

Jung, Bettina

Der Einfluss von Störungen im sprachlichen  
Bedeutungserwerb auf die Entwicklung mathematischer Konzepte

<http://opus.bsz-bw.de/hsrt/>

© Bettina Jung, 2009

ERSTE STAATSPRÜFUNG  
FÜR DAS LEHRAMT AN SONDERSCHULEN

(Abgabe: 02.02.2009)

AN DER  
FAKULTÄT FÜR SONDERPÄDAGOGIK

DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE LUDWIGSBURG  
IN VERBINDUNG MIT DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN  
MIT SITZ IN REUTLINGEN

WISSENSCHAFTLICHE HAUSARBEIT

Name: Bettina Jung

**Thema: Der Einfluss von Störungen im sprach-  
lichen Bedeutungserwerb auf die Ent-  
wicklung mathematischer Konzepte**

Thema vereinbart mit Referentin: Prof. Dr. Jutta Schäfer  
Koreferent: Prof. Udo Schoor

# Inhaltsverzeichnis

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Einleitung und zentrale Fragestellungen .....  | 1  |
| 2.   | Sprachverarbeitung .....   | 3  |
| 2.1. | Neurolinguistische Grundlagen .....  | 3  |
| 2.2. | Ein Modell der Sprachverarbeitung .....  | 4  |
| 3.   | Der kindliche Spracherwerb und seine Störungen .....                                       | 6  |
| 3.1. | Der ungestörte Spracherwerb .....  | 6  |
| 3.2. | Störungen des Spracherwerbs .....  | 15 |
| 4.   | Verarbeitung von Zahlen .....  | 21 |
| 4.1. | Neuropsychologische Aspekte .....  | 21 |
| 4.2. | Anzahlerfassung .....  | 24 |
| 4.3. | Verarbeitung von Ziffern und Zahlwörtern .....   | 24 |
| 5.   | Zahlbegriffserwerb .....   | 26 |
| 5.1. | Die Entwicklung des Zahlbegriffs nach Piaget .....   | 26 |
| 5.2. | Kritik an Piagets Zahlbegriffsmodell .....   | 27 |
| 5.3. | Aktuelle Ansichten zum Zahlbegriffserwerb .....  | 28 |
| 5.4. | Entwicklung von Rechenstrategien .....   | 31 |
| 6.   | Rechenschwierigkeiten .....  | 31 |
| 6.1. | Der Begriff „Rechenstörung“ .....  | 32 |
| 6.2. | Beschreibung von Rechenschwierigkeiten .....   | 34 |
| 6.3. | Ursachen von Rechenschwierigkeiten .....   | 35 |
| 7.   | Die Bedeutung der Sprache in der Mathematik .....  | 38 |
| 7.1. | Fachliche Perspektive .....  | 38 |
| 7.2. | Fachdidaktische Perspektive .....  | 40 |
| 8.   | Schwierigkeiten spracherwerbsgestörter Kinder beim Erwerb<br>mathematischer Konzepte ..... | 42 |
| 8.1. | Der Einfluss von auditiven Wahrnehmungs- und<br>Gedächtnisstörungen .....                  | 44 |
| 8.2. | Der Einfluss von semantischen Schwierigkeiten .....  | 49 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 9.    | Förderung von Kindern mit Störungen im Spracherwerb bezogen auf<br>mathematische Fähigkeiten..... | 60 |
| 9.1.  | Förderung der auditiven Wahrnehmung .....   | 60 |
| 9.2.  | Förderung der Aufnahme und Verarbeitung semantischer<br>Informationen .....                       | 61 |
| 9.3.  | Förderung von Zählkompetenzen .....   | 66 |
| 10.   | Falldarstellung.....  | 68 |
| 10.1. | Vorstellung der förderdiagnostischen Settings.....  | 68 |
| 10.2. | Ergebnisse der Förderdiagnostik .....   | 71 |
| 10.3. | Förderpläne.....  | 80 |
| 11.   | Fazit und Ausblick .....  | 88 |

Literaturverzeichnis

Anhang



# 1. Einleitung und zentrale Fragestellungen

Die Ursachen für Schwierigkeiten beim Rechnen sind vielfältig. Da die Verarbeitung von Zahlen und Operationen auch sprachliche Anteile beinhaltet, liegt es nahe, dass auch Störungen in der Sprachverarbeitung Rechenschwierigkeiten bedingen können.

In dieser Arbeit soll die Frage erörtert werden, inwieweit sich Störungen im Spracherwerb auf die Entwicklung mathematischer Konzepte bzw. auf die Rechenfähigkeiten auswirken können und wie die spezifischen Schwierigkeiten spracherwerbsgestörter Kinder beim Zählen und Rechnen aussehen. Daraus sollen mögliche Förderziele abgeleitet werden.

In der Literatur, zum Beispiel Nolte (2000) und Donczik (2001), wurden bisher vor allem die Auswirkungen von auditiven Wahrnehmungsstörungen auf Rechenfertigkeiten beschrieben. In dieser Arbeit geht es speziell um die Frage, wie sich Störungen im Bedeutungserwerb auf die arithmetischen Fähigkeiten auswirken. Schon der Begriff „Zahlbegriffserwerb“ macht deutlich, dass es sich beim Erwerb des Verständnisses für Zahlen um einen begriffsbildenden Prozess handelt. Die Zahl „7“ ist ebenso ein Begriff wie *Auto* oder *Hund*. Die Zahl trägt Bedeutung und vernetzt sich dadurch zu anderen Zahlen, indem sie Größe oder Teil einer Menge sein kann.

Sprache dient zur Erkenntnisgewinnung. Damit hängen die kommunikative und kognitive Funktion von Sprache eng miteinander zusammen (vgl. Schmitman, 2007, S.79). Von Aster (2005) schreibt, dass es Naturvölker gibt, die größere Mengen nicht feststellen und auch keine Operationen durchführen können, weil nur die Zahlwörter *eins* bis *fünf* existieren. Dies zeigt, wie eng sprachliche Vorgänge mit kognitiven Verständnissen bzw. Erkenntnissen zusammenhängen und dass Sprache Denken beeinflusst. Zahlensprachen sind Grundlage für den Umgang mit größeren Zahlen und für das Erlernen höherer Mathematik (vgl. von Aster 2005, S.20).

Diese verschiedenen Analogien zwischen sprachlichem und mathematischem Bedeutungserwerb möchte ich nutzen, um die möglichen Auswirkungen einer semantischen Störung auf den Zahlbegriffserwerb zu beschreiben. Aber auch in Bezug auf auditive Wahrnehmungsstörungen sollen Rechenschwierigkeiten erklärt werden. Hier lautet mein Ansatz, dass Störungen im Bereich des Aufnehmens bzw. Verstehens von Sprache letztlich auch zu Einschränkungen im sprachlichen Bedeutungserwerb führen. Insofern wird

meine Argumentation auch auf auditive Wahrnehmungsstörungen und ihre Auswirkungen auf den mathematischen Bedeutungserwerb anzuwenden sein.

Die Gliederung der vorliegenden Arbeit folgt der Fragestellung:

Als Einführung in das Thema wird in Kapitel 2 zunächst allgemein beschrieben, wie Sprache verarbeitet wird. Dies dient als Grundlage dafür, Zusammenhänge zwischen der Verarbeitung von Sprache und Zahlen zu erfassen. Da in dieser Arbeit die Auswirkungen von Sprachentwicklungsstörungen auf mathematische Fähigkeiten untersucht werden sollen, werden im Kapitel 3 überblicksartig der kindliche Spracherwerb und seine möglichen Störungen beschrieben. Dabei liegt der Akzent vor allem auf dem Erwerb von Bedeutungen. In diesem Kontext soll auch auf mögliche Schwierigkeiten im Spracherwerb von Kindern eingegangen werden, die Deutsch als zweite Sprache lernen.

Anschließend werden im Kapitel 4 und 5 die Verarbeitung von Zahlen und der Erwerb zählerischer Fähigkeiten genauer erläutert. Es soll dabei deutlich werden, dass die Verarbeitung von Zahlen bzw. der Erwerb des Zahlbegriffes auch sprachliche Anteile bzw. Fähigkeiten umfasst.

Im Kapitel 6 geht es um das Thema Rechenschwierigkeiten und ihre Ursachen.

Schließlich werden in den folgenden Kapiteln die Bereiche Sprache und Mathematik in einer Art Synthese zusammengeführt. Das Kapitel 7 untersucht dabei die Bedeutung der Sprache innerhalb der Mathematik aus fachlicher und didaktischer Perspektive.

Im Kapitel 8 geht es um den Kern dieser Arbeit: Es wird beschrieben, wie sich Sprachentwicklungsstörungen, vor allem im Bereich der Semantik, auf die mathematischen Fähigkeiten auswirken können. Dabei wird angenommen, dass Sprachentwicklungsstörungen eine mögliche Ursache von Rechenschwierigkeiten darstellen. Das Kapitel 9 leitet für diesen Fall mögliche Förderziele ab.

An zwei konkreten Fällen soll im Kapitel 10 deutlich werden, wie sich individuelle Schwierigkeiten im sprachlichen Bedeutungserwerb auf den Erwerb des Zahlbegriffes ausprägen. Die Phase der Förderdiagnostik soll dabei dokumentiert werden.

Das letzte Kapitel fasst die zentralen Ergebnisse zusammen.

## **2. Sprachverarbeitung**

Sprachverarbeitung läuft weitgehend unbewusst und ohne aktive Steuerung ab. Erst bei Versprechern oder Sprachstörungen werden uns (fehlende) Verarbeitungsschritte bei der Produktion und Perzeption von Sprache bewusst, zum Beispiel beim Suchen nach einem Wort: Die Bedeutung des geplanten Wortes ist bekannt, aber man kommt nicht auf das Wort selbst, die Lautstruktur.

Sprache wird modular verarbeitet, das heißt, es sind verschiedene hochspezifizierte Module für die Bearbeitung eines bestimmten Schrittes bei der Sprachverarbeitung zuständig, die unabhängig von einander tätig sind. Bei der Produktion und Perzeption von Sprache werden phonetisch/phonologische, morphologische, syntaktische, semantische und pragmatische Informationen verarbeitet.

### **2.1. Neurolinguistische Grundlagen**

Bei den meisten Menschen wird Sprache linkshemisphärisch verarbeitet. Im Laufe der kindlichen Entwicklung lateralisieren sich die beiden Gehirnhälften für spezifische Aufgaben. Vorher ist das Gehirn noch plastisch, das heißt, dass flexibel auch andere Gehirnareale Aufgaben von vorigen Arealen übernehmen können, die auf Grund einer bestimmten Ursache geschädigt sind. Das erwachsene Gehirn ist (in den meisten Fällen) linkshemisphärisch dominant für analytische Prozesse wie Sprache. In der rechten Hemisphäre geschieht eine ganzheitlichere Verarbeitung, zum Beispiel die Wahrnehmung von räumlichen Strukturen oder Melodien.

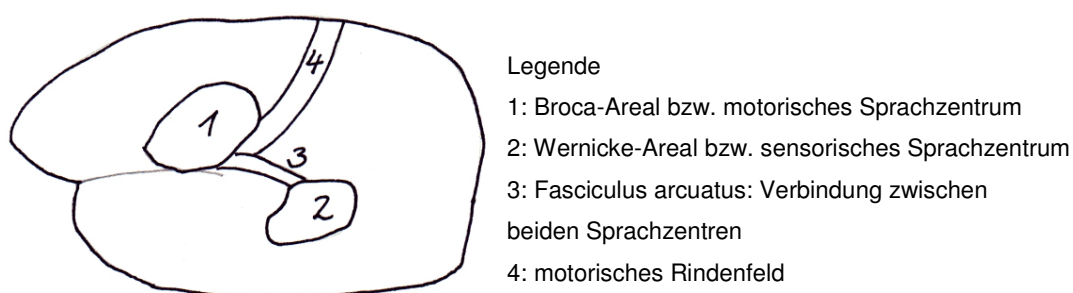
Verschiedenen Fallstudien von Aphasikern und bildgebende Verfahren belegen, dass das produktive Sprachzentrum im hintersten Teil der untersten Windung des Frontallappens vor dem motorischen Cortex sitzt (vgl. Herrmann und Fiebach, 2004, S.6). Es ist nach dem französischen Chirurg Broca benannt, der bei einem Aphasiker entdeckte, dass genau in dem beschriebenen Bereich ein Tumor saß und der Patient deswegen unfähig war, Sprache zu produzieren. Das Zentrum für Sprachverstehen und Semantik liegt im hinteren Bereich des Temporallappens, dem Gyrus angularis vorgelegt, benannt nach dem Neurologen und Psychiater Wernicke, der ebenfalls einen Aphasiepatienten beschrieb, der zwar fließend Sprache produzieren konnte, aber nichts verstand und den Sinn für Bedeutungen verloren



hatte. Bei ihm wurde in der beschriebenen Region eine Läsion festgestellt (vgl. ebd., S.6 und 9).

Die folgende Abbildung stellt die zwei klassischen Sprachzentren noch einmal graphisch dar: Zu erkennen ist das nach Broca benannte motorische Sprachzentrum und das nach Wernicke benannte sensorische Sprachzentrum. Der Fasciculus arcuatus verbindet beide Areale und ermöglicht beispielsweise das Nachsprechen von sprachlichen Items. Die Abbildung zeigt, dass das motorische Sprachzentrum eng mit dem motorischen Rindenfeld verbunden ist.

### **Abbildung 1: Sprachzentren**



Quelle: Eigene Darstellung

Aus Sicht der modernen Forschungen ist Sprache ein so komplexes Gebilde, dass es durch viele Verschaltungen mit anderen Gehirnregionen verarbeitet wird. Zu den klassischen Spracharealen werden auch höhere Mechanismen des Frontalhirns aktiviert. Hier sind unter anderem das Arbeitsgedächtnis und die Fähigkeit des logischen Denkens lokalisiert (vgl. ebd., S.23).

Dass die sprachlichen Fähigkeiten mit mathematischen Kompetenzen eng verknüpft sind, lässt sich an dieser Stelle durch aphasische Fallstudien belegen. Zum Beispiel lernte ich eine Frau kennen, die nach einem Schlaganfall sowohl Wortzugriffsstörungen hatte als auch nicht mehr multiplizieren konnte. Sie musste sich eine komplizierte Rechenstrategie aneignen, weil sie nicht mehr auf die auswendig gelernten Ergebnisse zugreifen konnte.

## **2.2. Ein Modell der Sprachverarbeitung**

Ein psycholinguistisches Modell, das einen Überblick über die Vorgänge bei der Sprachverarbeitung gibt, ist das Sprachbenutzermodell von Dijkstra/Kempen 1993. Es ist ein System von Verarbeitungseinheiten, die

jeweils ihre eigenen Funktionen erfüllen (vgl. Dijkstra und Kempen, 1993, S.14). Das Modell ist demnach in einzelne Module eingeteilt. Es beschreibt sowohl die Perzeption als auch die Produktion von Sprache. Folgend werden die einzelnen Teilsysteme des Sprachbenutzermodells beschrieben: Das Spracherkennungssystem empfängt die eingehenden akustischen Signale und beurteilt, ob es sich um ein sprachliches Signal handelt.

Das Sprachsignal wird dann an das Worterkennungssystem weitergeleitet. Dieses System zerlegt das Sprachsignal in seine Lauteinheiten, indem es auf das phonologische Regelsystem zugreift. In diesem Schritt werden die einkommenden Laute auf die Zulässigkeit ihrer Aneinanderreihung hin untersucht. Jede Sprache hat ihre eigenen phonologischen Regeln, anhand derer die Sprache erkennbar ist. Hat in diesem Schritt das Sprachsystem das Sprachsignal als eine bekannte Sprache erkannt, beginnt das Worterkennungssystem mit der Arbeit. Es gleicht die einkommenden Worte unter Beachtung der jeweiligen morphologischen Struktur mit den Einträgen im mentalen Lexikon ab. Ist der Eintrag gefunden, wird die Information an das Satzanalysesystem weitergegeben, welches unter Beachtung morphologischer und syntaktischer Regeln des Sprachsystems den Satz analysiert. Hier werden beispielsweise Agens und Patiens der Äußerung bestimmt. Die semantisch-konzeptuelle Entschlüsselung findet im konzeptuellen System statt, welches auf die begrifflichen Konzepte, das „Wissen über die Welt“ zugreift. Hierbei werden die Äußerungen verstanden, interpretiert und es findet „Denken“ statt (vgl. ebd., S.15).

An den verschiedenen Stellen der Sprachverarbeitung greift das System immer wieder auf Informationen des Langzeitgedächtnisses zu, wie auf das mentale Lexikon, auf phonologische, morphologische und syntaktische Regeln und auf die begrifflichen Konzepte. Die jeweils eingehenden Informationen auf dem Weg nach oben im Sprachverarbeitungssystem (*bottom up*) müssen für kurze Zeit im Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnis festgehalten werden.

In der anderen Richtung geschieht die Produktion von sprachlichen Äußerungen: Das konzeptuelle System entwirft eine *message*, den geplanten Inhalt einer Äußerung. Im Formulator bekommt die *message* ihren grammatischen und phonologischen Rahmen. Der Formulator greift dabei auf das grammatische und phonologische Kodierungssystem im Langzeitgedächtnis

zu. Schließlich wandelt der Artikulator die geplante Äußerung in ein akustisch wahrnehmbares Sprachsignal in Form von artikulierten Lauten um.

### **3. Der kindliche Spracherwerb und seine Störungen**

Mit dem Ziel, später Zusammenhänge zwischen der Entwicklung sprachlicher und mathematischer Fähigkeiten bzw. Schwierigkeiten beschreiben zu können, soll in diesem Kapitel der kindliche Spracherwerb dargestellt werden. Der Spracherwerb erstreckt sich in seiner Komplexität über die verschiedenen Sprachebenen. Auf der Grundlage der kompakten Darstellung des Spracherwerbs können schließlich verschiedene Störungen der Sprachentwicklung beschrieben werden.

#### **3.1. *Der ungestörte Spracherwerb***

Der kindliche Spracherwerb, in dem sich die sprachlichen Ebenen Phonetik/Phonologie, Syntax und Semantik der Zielsprache entwickeln, erstreckt sich über einen Zeitraum von ca. 12 Jahren. Er soll hier kurz skizziert werden.

Der Spracherwerb beginnt nicht erst mit dem ersten Schrei oder gar mit dem ersten gesprochenen Wort, sondern bereits intrauterin. Ab der 27. Schwangerschaftswoche ist dem Fötus differenziertes Hören der mütterlichen Stimme über die Knochenleitung möglich. Es empfängt vor allem die prosodischen Informationen und analysiert damit suprasegmentale Komponenten der Sprache, wie die Intonationsstruktur und das Betonungsmuster. Die Säuglingsforschung hat herausgefunden, dass Neugeborene kurz nach der Geburt schon die Stimme der Mutter von anderen Stimmen unterscheiden können. Das Neugeborene äußert sich zum ersten Mal produktiv durch Schreien. Der Schrei unterliegt einem bestimmten Lautmuster, einer Frequenz zwischen 400 und 600 Hz (vgl. Keller/Meyer, 1982, hier nach Klann-Delius, 1999, S. 22). Schreien hat die Funktion der Mitteilung. Der Säugling äußert sich, wenn er bestimmte, zum Überleben wichtige, Bedürfnisse hat. Aber das Schreien bereitet auch das gesamte Artikulationssystem auf eine spätere differenzierte Lautbildung vor. Dazu gehört zum Beispiel auch, dass die Lungenkapazität erweitert wird. Nach den ersten drei Wochen des Schreiens beginnt der Säugling Gurräusche von sich zu geben. Ab der sechs-

ten Lebenswoche kann er bereits melodisch modulieren, vokalähnliche und weiche Gaumenlaute äußern. Die Phase der stimmlichen Expansion folgt, wenn mit ca. 3-4 Monaten das Kind mit seiner Stimme experimentiert. Der Säugling variiert verschiedene Stimmhöhen und Klänge, ahmt Lautäußerungen nach und probiert das gesamte Potential des Stimmapparates aus (vgl. Klann-Delius, 1999, S.23). Mit der ersten Lallphase ab ungefähr 6 Monaten werden systematisch Konsonanten produziert. Damit vollzieht sich auch ein wichtiges physiologisches Phänomen: Der Kehlkopf, der beim Säugling noch weit oben im Vokaltrakt liegt und damit gleichzeitiges Atmen und Schlucken erlaubt, senkt sich. Das ist die Voraussetzung dafür, dass sich das Ansatzrohr verlängert und differenzierte Lautäußerungen möglich werden. Während bis zum 6. Monat die Lautdifferenzierungsfähigkeit und damit die Lautäußerungen des Kindes noch universal also nicht muttersprachspezifisch sind, äußert es ab ungefähr dem 7.-12. Monat nur noch die zielsprachlichen Phoneme, die bedeutungsunterscheidenden Laute der jeweiligen Muttersprache. Es beginnt damit die zweite Lallphase, auch kanonisches *Babbling* genannt. Das Kind wiederholt systematisch Konsonant-Vokal-Verbindungen, zum Beispiel *da*, *ga*, *ba*.

Das erste referentiell gebrauchte Wort äußern Kinder mit ca. einem Jahr. Individuell variiert der Zeitpunkt des ersten Wortes aber. Es ist wichtig zu erwähnen, dass Kinder zu diesem Zeitpunkt bereits ca. 30 Wörter verstehen können. Die Entwicklung des Sprachverständnisses ist der Sprachproduktion immer etwas voraus. Die phonologische Struktur der ersten Worte muss noch nicht zielsprachlich sein. Es handelt sich hierbei eher um so genannte Protowörter. Mit der Schwelle von 50 produktiven Wörtern schließt sich der Wortschatzspurt an. Das Lexikon erweitert sich dann sprunghaft. Auf den lexikalischen Erwerb bzw. den Erwerb von Bedeutungen soll später genauer eingegangen werden.

Während bis ungefähr zum 18. Lebensmonat Einwortäußerungen vorliegen, fängt das Kind um diesen Zeitpunkt an, auch Wortverknüpfungen vorzunehmen. Es vollzieht sich damit ein wichtiger Schritt in der grammatischen Entwicklung. Der Übergang zu Zwei-, Drei- und Mehrwortäußerungen macht die morphosyntaktische Markierung von Wörtern möglich und notwendig. Damit erwirbt das Kind auch die Satzstellung der Zielsprache. Hierbei ist wieder zu erwähnen, dass sich das Verstehen von grammatischen Strukturen und das Erkennen der morphosyntaktischen Regeln immer im Voraus

vollziehen. Der Erwerb der grammatischen Zielstruktur der Muttersprache, zum Beispiel die Verbzweitstellung im deutschen Hauptsatz, wird ungefähr mit 2;6-3;0 Jahren angesetzt. Aber auch hier variiert das individuelle Tempo und Vorgehen des Kindes im Spracherwerb. Später differenzieren sich die syntaktischen Fähigkeiten weiter aus, indem die grammatischen Strukturen immer komplexer werden. Man kann sagen, dass ein Kind mit ca. 12 Jahren die zielsprachliche Syntax vollständig erworben hat.

Ungefähr im Vorschulalter haben Kinder das phonologische Regelsystem erworben und produzieren keine phonologischen Prozesse mehr: Phonologische Prozesse sind regelgeleitete Abweichungen von der phonologischen Zielstruktur eines Wortes. Mit ca. 4;11 Jahren findet man bei den meisten Kindern phonologische Prozesse nur noch vereinzelt.

### **Der Erwerb von Bedeutungen**

„...das Lexikon ist das Zentrum der Sprache und das Zentrum des Spracherwerbs.“ (Füssenich, 2002, S.64) Die lexikalische Entwicklung ist der Dreh- und Angelpunkt des Spracherwerbs, weil sich Phonologie und Grammatik in Abhängigkeit davon entwickeln. Der lexikalische Erwerb, der Aufbau des Wortschatzes, ist dabei mehr als das Abspeichern von Wortlisten, weil er „...phonetisch-phonologische, semantisch-pragmatische, morphologische und syntaktische Aspekte umfaßt und zueinander in Beziehung setzt. Indem das Kind ein neues Wort lernt, muß es vielschichtige Informationen über dieses Wort aufnehmen, diese Informationen miteinander verknüpfen und Assoziationen zu schon bestehenden Lexikoneinträgen aufbauen.“ (Meibauer und Rothweiler, 1999, S.12)

Bei der Entwicklung des kindlichen Lexikon muss man zwischen Begriffen und Bezeichnungen unterscheiden. Die Bezeichnung ist die äußere Form, die Wortform, des zugrunde liegenden Konzeptes. Das Konzept stellt den Begriff dar. Zum Beispiel ist die Wortform /hunt/ die Bezeichnung für ein vierbeiniges Säugetier, welches Knochen mag und ein beliebtes Haustier ist. Als Oberbegriff umfasst er *Pudel*, *Schäferhunde*, *Pekinesen* usw.

Kinder erwerben einzelne Lexeme, die sie miteinander kombinieren (vgl. Füssenich, 2002, S.65). Das heißt, ausgehend von den Lexemen, den Kernmorphemen, werden durch Wortbildungsmorpheme, Flexionsmorphemen und anderen Kernmorphemen neue Wortformen gebildet. Zum Beispiel

wird aus /hunt/ und dem Flexionsmorphem /e/ /hunde/ oder aus /hunt/ und /hyte/ /hundehyte/.

Im semantischen Lexikon werden die Einträge miteinander über semantische Relationen wie Antonymie, Synonymie, Komplementarität, Hyponomie, Hypernomie oder Bedeutungsähnlichkeit mit einander verknüpft. Es entsteht ein Netzwerk von Bedeutungen. Jede Bedeutung erscheint dabei als ein Bündel von semantischen Merkmalen (vgl. ebd.).

Als Vertreter der interaktionistischen Sichtweise benennt Bruner neben dem angeborenen Language Acquisition Device (LAD<sup>1</sup>) das Language Acquisition Support System (LASS), ein Unterstützungssystem für den Spracherwerb (vgl. ebd., S.67). Dieses Unterstützungssystem bilden so genannte Formate. Dies sind vertraute und zur Routine gewordene Situationen, in denen Kind und Bezugspersonen miteinander in einen Dialog treten. In Formaten werden Kindern Verbindungen zwischen Ereignissen und Sprachäußerungen vermittelt. Ein Beispiel für ein Format ist das Anschauen eines Bilderbuches: Die erwachsene Bezugsperson zeigt dem Kind die Bilder und benennt diese. Je öfter die beiden sich das Buch angeschaut haben und je mehr das Kind die Bilder und den dazugehörenden Begriff kennt, desto mehr wird sich der Erwachsene zurückziehen und das Kind selbst benennen lassen. Die Bezugsperson geht somit intuitiv auf die jeweilige (begrenzte) Verarbeitungskapazität des Kindes ein.

Folgend soll die semantische Entwicklung bzw. der Bedeutungserwerb innerhalb des Spracherwerbs genauer dargestellt werden.

## **Entwicklung der Referenz**

Referenz bezeichnet das Verweisen auf eine Situation, auf einen Menschen oder Gegenstand. Wörter haben referentiellen Bezug. Dies bedeutet, dass Wörter auf zugrunde liegende Konzepte verweisen. Damit Kinder referentielle Bezüge herstellen können, müssen sie lernen, dass Sprache Absichten verfolgt. Schon beim Schreien erfahren Säuglinge, dass ihrer Äußerung eine Reaktion folgt. Die erwachsenen Bezugspersonen unterstellen dem Säugling von Anfang an kommunikative Absichten (vgl. ebd., S.68). Wenn das Kind zum Beispiel schreit, wird es gestillt, weil es vielleicht Hunger hat oder es wird gewickelt, weil es sich anscheinend nicht wohl fühlt. Diese sehr „frü-

---

<sup>1</sup> Noam Chomsky als Vertreter des Nativismus postulierte den LAD als angeborene Struktur und Fähigkeit, Sprache zu erwerben.

hen kommunikativen Austauschprozesse“ beschreibt Bruner (1979, hier nach Füssenich 2002, S.69) in Form von verschiedenen Ausprägungen: Im „Modus des Verlangens“ drückt der Säugling Unbehagen oder Hunger aus. Sobald er merkt, dass seinem Verlangen eine Reaktion der Erwachsenen folgt, wird er diese auch erwarten. Dies ist der „Modus der Aufforderung“. Diesen zeigt das Kind zum Beispiel, wenn es sein Schreien intensiviert. Wenn Babys fähig sind, durch Gesten und durch Laute den Wunsch nach Gegenständen zu äußern, befinden sie sich im „Modus des Austausches“. Dieser Modus geht über in den „Modus der Ergänzung“: Kind und Bezugsperson interagieren zunehmend organisierter miteinander, geben sich zum Beispiel einen Gegenstand immer hin und her. Damit ist das Kind bald in der Lage, seine Aufmerksamkeit sowohl auf die Bezugsperson als auch auf einen Gegenstand zu lenken. Der trianguläre Blickkontakt zwischen Kind, Bezugsperson und Objekt gegen Ende des ersten Lebensjahres macht es schließlich möglich, Referenz zu einem Objekt herzustellen. Dieser Referenzbezug wird nun mit Sprache gefüllt. Der erste Referenzbezug, den Kinder vornehmen sind Hinweise, zum Beispiel das Hinwenden zu oder das Zeigen auf Objekte. Im zweiten Referenzbezug können sie schon deiktische Ausdrücke wie „da“ verwenden und somit sprachlich auf Objekte verweisen. Im dritten Referenzbezug können Kinder das Objekt benennen. Dies „dient der Entwicklung konventionalisierter lexikalischer Ausdrücke, die für außersprachliche Ereignisse in der gemeinsamen Welt von Kind und Bezugsperson stehen.“ (ebd., S.70)

Zusammen mit der Fähigkeit Referenzen vorzunehmen, entwickelt sich die Objektpermanenz: Die Kinder wissen um die Existenz eines Objektes und können es sich vorstellen, auch wenn sie dieses im Augenblick nicht sehen. Die Objektpermanenz ist eine wichtige Voraussetzung für den Erwerb von Sprache, denn mit Wörtern verweisen Sprecher auf Objekte und Ereignisse, die losgelöst sind von der konkreten Situation. Die ersten Worte sind noch immer mit konkreten Handlungen verbunden (vgl. ebd., S.71), das heißt sie sind kontextgebunden, aber sie stellen im Gegensatz zum Lallen oder Schreien schon Referenz zu einem Objekt oder einer Situation her. Im Zuge der weiteren Wortschatzentwicklung werden sich die Worte aus der konkreten Situation lösen und zu echten Zeichen bzw. Symbolen werden, die auf Außersprachliches verweisen.

## **Die Phase der ersten 50 Wörter**

Zum Erwerb von Bedeutungen gehören die Produktion und das Verständnis von Wörtern. Wie bereits beschrieben, geht das Sprachverständnis der Sprachproduktion immer etwas voran. Wenn ein Kind beispielsweise 10 Wörter produziert, hat es einen rezeptiven Wortschatz von ca. 50 Wörtern. Bei einem produktiven Wortschatz von 50 Wörtern im Alter von ungefähr 18 Monaten versteht das Kind schon zwischen 100 und 200 Wörter. Damit das Kind immer mehr Wörter produzieren kann, muss seine phonologische Entwicklung so weit voran geschritten sein, dass es eine Wortform annähernd konstant, als „wieder erkennbare Einheit“ (Meibauer und Rothweiler, 1999, S.13) äußern kann. Trotzdem müssen die Wörter noch nicht der zielsprachlichen Wortform entsprechen. Die Kinder nehmen phonologische Prozesse vor, zum Beispiel die Alveolarisierung von Velaren. Das Lexikon wächst in diesem Stadium noch sehr langsam, indem ca. zwei bis drei neue Wörter pro Woche erworben werden. Dabei sind die ersten ca. 50 Wörter, wie bereits beschrieben, noch kontextgebunden. Nach und nach kommt es zur Loslösung von den Kontexten. „Auf dem Weg zum Wortsymbol löst das Kind die holistischen Ereignisrepräsentationen in Teilrepräsentationen auf. Das führt im Laufe des zweiten Lebensjahres dann zu einem plötzlichen Anstieg von Konzepten, auf die neue Wörter abgebildet werden können.“ (ebd.) Dieses Freiwerden von verschiedenen Einzelkonzepten und die damit verbundene Bildung neuer Wörter könnte laut Nelson (1985, hier nach Meibauer und Rothweiler, 1999, S.13) die Ursache für einen plötzlichen Anstieg der Erwerbsrate führen. Jedoch ist hierbei anzumerken, dass die Loslösung von den Kontexten individuell variiert. Manche Kinder verwenden zum Beispiel nur die ersten 20 bis 30 Wörter kontextgebunden.

## **Der Wortschatzspurt und die Erweiterung des kindlichen Lexikons**

Mit dem Wortschatzspurt ab der lexikalischen Schwelle von ungefähr 50 Wörtern erwerben Kinder nun mehrere Wörter am Tag, ca. sechs in der Woche. *Fast mapping* beschreibt die Fähigkeit, ein Wort schon nach ein- bis zweimaligem Hören ins Lexikon aufzunehmen (Meibauer und Rothweiler, 1999, S.20). Mit zwei Jahren hat das Lexikon damit eine ungefähre Größe von 200 Wörtern. Mit 2;6 Jahren hat das Kind schon ca. 500 Wörter erworben. Die sprunghafte Erweiterung des Lexikon flacht mit Ende des 4. Le-



bensjahres ab. Aber nicht alle Kinder erweitern ihr Lexikon sprunghaft. Manche sind auch eher kontinuierliche, allmähliche Lerner und andere wiederum durchlaufen eher eine Entwicklung in Stufen, in der sich Phasen der Beschleunigung und Plateaus abwechseln (vgl. ebd., S.16).

Eine mögliche Ursache für den Wortschatzspurt, das Freiwerden von vielen kleinen Konzepten durch die Loslösung vom Kontext, wurde bereits angesprochen. Dies ist eine mögliche Erklärung, die allein aber nicht ausreicht, den Wortschatzspurt zu begründen, da, so Meibauer und Rothweiler, auch während des Wortschatzspurtes noch einzelne Wörter kontextgebunden verwendet werden. Die Autoren geben an, dass es im Wortschatzerwerb zu einem „kritischen Punkt“ kommt, „an dem der Umfang des Lexikons dazu führt, daß die Symbolfunktion als generelle Eigenschaft von Wörtern in den Vordergrund rückt.“ (ebd., S.17) Anders ausgedrückt kommt es zu einem Strategiewechsel in der Wortschatzerweiterung. Die gängigen kontextabhängigen Strategien reichen nicht mehr aus, nehmen möglicherweise zu viel Speicherplatz weg und arbeiten zu langsam, so dass effizientere Strategien einsetzen, das Lexikon zu erweitern. Es kommt somit zu einer Reorganisation in der Sprachverarbeitung. Andere Erklärungen für dieses Phänomen des raschen Anwachsens des kindlichen Lexikons sind zum Beispiel nach Clark (1993, hier nach Meibauer und Rothweiler, 1999, S.17) die Ausdifferenzierung artikulatorischer Steuerprogramme, die eine vermehrte Produktion von Wörtern auch in Kombination miteinander zulässt. „All diese Faktoren könnten zusammenwirken und auf dem Hintergrund eines wachsenden kommunikativen Bedürfnisses den lexikalischen Erwerb einerseits erst ermöglichen und andererseits vorantreiben.“ (ebd., S.17)

Mit 12 Jahren ist der Wortschatzerwerb im Wesentlichen abgeschlossen, wenngleich auch danach noch weitere Wörter hinzugelernt werden können (vgl. Klann-Delius, 1999, S.36). Mit sechs Jahren verfügen Kinder bereits über einen aktiven Wortschatz von 3000 bis 5000 Wörter. Der Wortschatz eines Erwachsenen umfasst im Durchschnitt ca. 20 000 bis 50 000 Wörter.

Das Kind zeigt während des Wortschatzerwerbs verschiedene Strategien, seinen Wortschatz zu erweitern bzw. um lexikalische Lücken zu schließen. Es ist oft zu beobachten, dass Kinder Über- oder Unterdehnungen von Begriffen vornehmen, zum Beispiel wird alles als *Milch* bezeichnet, was trinkbar ist oder ein Kind reagiert auf die Äußerung eines Erwachsenen „*Schau, ein Pudel!*“ mit „*Nein, das ist doch ein Hund!*“. Der Extensionsbereich ist hier

einmal zu groß und einmal zu klein. Über- und Unterdehnungen sprechen auch dafür, dass ein Kind anfangs noch nicht auf verschiedenen semantischen Ebenen denken kann. Die Strukturierung bzw. Vernetzung in Unter- und Oberbegriffe in Form von Wortfeldern vollzieht sich erst ab dem 4. / 5. Lebensjahr (vgl. Meibauer und Rothweiler, 1999, S.19). Clark (1993, hier nach Meibauer und Rothweiler, 1999, S.24) gibt an, dass Kinder über die Prinzipien Konventionalität und Kontrast ihren Wortschatz aufbauen. Sie orientieren sich von Anfang an an den sprachlichen Normen der Umgebungssprache und machen dabei die Annahme, dass zwei Wortformen niemals die gleiche Bedeutung haben können. Dieses Prinzip kann wiederum zu Fehlannahmen führen, weil die Fähigkeit der Verknüpfung von verschiedenen semantischen Beziehungen noch nicht genügend entwickelt ist. Zum Beispiel meint ein Kind, dass *Sofa* und *Couch* nicht dasselbe sind, weil es das Prinzip der Synonymie noch nicht erkannt hat.

Die folgenden Strategien zur Wortschatzerweiterung entstammen dem Beobachtungsbogen „Erweiterung sprachlich-kommunikativer Fähigkeiten“ von Füssenich und Geisel (2008):

**Das Kind fragt nach unbekannten Begriffen.**

**Das Kind teilt mit, wenn es etwas nicht versteht.**

**Das Kind erfindet Wörter (Neuschöpfungen).**

**Das Kind korrigiert seine Sprache, wenn es Fehler vermutet (spontane Selbstkorrektur).**

**Das Kind korrigiert andere Sprecher/innen, wenn es Fehler vermutet.**

**Das Kind verändert seine Sprache, wenn die Kommunikationspartnerinnen es nicht verstehen (hörerinitiierte Selbstkorrektur).**

**Das Kind korrigiert Kommunikationspartnerinnen (Fremdkorrektur).**

**Das Kind imitiert Äußerungen spontan.**

**Das Kind hat Spaß, mit Sprache zu spielen.**

Die letzten sechs Strategien zeigen vor allem metasprachliche Fähigkeiten an. Diese unterstützen indirekt die Erweiterung des Lexikons, indem sie der Erweiterung allgemein sprachlicher Fähigkeiten dienen.

Clark (1985, hier nach Füssenich, 2002, S.77ff) beschreibt bezüglich der Wortneuschöpfungen, die Kinder vornehmen, vier Erwerbsprinzipien. Diese Prinzipien geben an, wie Kinder zu bestimmten Bezeichnungen für Begriffe kommen. Das erste Prinzip ist das Prinzip der semantischen Transparenz: Kinder entdecken eigenständig Wörter und kombinieren diese neu, um neue Begriffe zu bezeichnen, zum Beispiel *Getränkeschlauch* für ‚Trinkröhrchen‘. Das Prinzip der einfachen Form besagt, dass sich eine Wortform so wenig wie möglich verändern soll, weil einfache Wortformen leichter zu lernen sind. Ein Beispiel hierfür ist *schlüsseln* für ‚Tür aufschließen‘. Dass Paradigmen einer Sprache regelmäßige Formen aufweisen, beschreibt das Prinzip der Regularisierung. Kinder übergeneralisieren somit bestimmte sprachliche Formen. Wenn es zum Beispiel das Wort ‚übermorgen‘ gibt, muss es auch ein *übergestern* geben. Ein anderes Beispiel ist *Mamagei*, weil es auch einen ‚Papagei‘ gibt. Dieses Vorgehen zeigt, dass Kinder einzelne Lexeme der Sprache entschlüsseln und neu miteinander kombinieren können. Das Prinzip der Produktivität beschreibt, wie Kinder nach häufig vorkommenden Mitteln der Wortbildung suchen und diese zur Bildung neuer Wortformen anwenden, zum Beispiel das häufig vorkommende Präfix ‚zer-‘ wird neu kombiniert zu *zermischen*, *zerknallen* oder *zerprügeln*.

Besonders diese Prinzipien zeigen die enorm analytische und kreativ-kombinatorische Fähigkeit von Kindern, Wortschatz zu erweitern bzw. sich Sprache anzueignen. Die analytischen Fähigkeiten zur Wortschatzerweiterung, die mit ca. 3 Jahren einsetzen und für eine Reorganisation sprachverarbeitender Fähigkeiten sorgen, sprechen dafür, dass die Spezifizierung bzw. Lateralisierung auf die linke Hemisphäre zur Sprachverarbeitung erfolgt.

### **Wortarten im kindlichen Wortschatz**

Es gibt in der Spracherwerbsforschung unterschiedliche Angaben darüber, aus welchen Wortarten sich der frühe Wortschatz zusammensetzt. Die einen gehen von einem *noun bias* aus und geben Nomen als die vorrangige Wortart an, weil jüngere Kinder eher auf Personen und Objekte als auf Aktionen referieren. Dagegen postuliert Kauschke, dass sich die Komposition des Lexikons mit dem Entwicklungsverlauf verändert (Kauschke, 1999, S. 144ff): Anfangs produzieren Kinder vor allem personal-soziale Wörter, welche zwei Drittel des kindlichen Lexikons ausmachen, zum Beispiel *nein*, *Mama*, *Papa*,

*hallo, aua*. Nomen wachsen während des zweiten Lebensjahres an und referieren vorerst v.a. auf Eigennamen und *basic level objects*, also solche Objekte, die weder Ober- noch Unterbegriffe meinen, zum Beispiel *Hund, Auto* etc. Mit drei Jahren verwendet nach Kauschkes Untersuchung kein Kind mehr als 25 % Nomen, sondern Verben, die ungefähr ab den 15. Lebensmonat erworben werden, bilden den größten Anteil des Lexikons. Im zweiten Lebensjahr überwiegen noch relationale Wörter, wie *runter, hoch, weg, rein, da* etc.

Adjektive produziert das Kind von Anfang an. Ihr Anteil ist aber im Entwicklungsverlauf insgesamt eher gering. Funktionswörter werden erst später erworben.

### **3.2. Störungen des Spracherwerbs**

An jeder Stelle des Spracherwerbs können Schwierigkeiten auftreten, die sich hin zu Störungen des Spracherwerbs entwickeln können. Generell sind Sprachentwicklungsstörungen „durch einen verzögerten Beginn und ein verlangsamtes Fortschreiten der Sprachentwicklung gekennzeichnet.“ (Kauschke und Rothweiler, 2007, S.239) Weiter gefasst, nicht primär den Spracherwerb betreffend, gibt es Sprachauffälligkeiten im Kindesalter, die die Stimme, den Redefluss (zum Beispiel Stottern) oder die Kommunikation (zum Beispiel selektiver Mutismus) betreffen. Auf diese Störungsbilder oder auch auf die kindlichen Aphasien als zentrale Sprachstörungen soll hier nicht eingegangen werden, da solche Störungen zwar im Kindesalter auftreten können aber keine primäre Störung der Sprachentwicklung darstellen.

Diese Störungen des Spracherwerbs können auf der phonetisch/phonologischen, auf der morphosyntaktischen und auf der pragmatisch/semantischen Ebene behaftet sein. Manche Kinder zeigen lediglich auf einer sprachlichen Ebene Schwierigkeiten, bei anderen sind gleich mehrere Ebenen betroffen, wie es meist der Fall ist. Sehr häufig sind Probleme im Bedeutungserwerb ausschlaggebend für grammatische und/oder phonologische Störungen. Es wurde schon erläutert, dass die Semantik das Zentrum des Spracherwerbs bildet, das die anderen sprachlichen Ebenen mit steuert. Deswegen soll im Folgenden vor allem auf die Störungen im Bedeutungserwerb genauer eingegangen werden. Vorher aber muss der Begriff der Sprachentwicklungsstörungen geklärt werden.

## **Spezifische Sprachentwicklungsstörung oder Störung des Spracherwerbs - Begriffsklärung**

In der Forschung über den Spracherwerb und seiner Störungen ist der Begriff der Spezifischen Sprachentwicklungsstörung (SSES) zentral. Bei einer SSES liegt eine gestörte Entwicklung des Sprachsystems im Kindesalter vor. Gleichzeitig müsse ein primäres Störungsbild wie etwa andere organische, mentale oder emotionale Störungen ausgeschlossen werden (vgl. Abb. 1 bei Kauschke und Siegmüller, 2002, S.2). „Die Symptome der SSES werden auf jeder sprachsystematischen Ebene beschrieben, wobei jeweils die expressive und rezeptive Dimension gesondert betrachtet wird.“ (ebd., S.4)

Mit Hilfe dieser Definition kann eine Störung im Spracherwerb ätiologisch beschrieben werden. Es ist aber fraglich, ob eine solche Diskrepanzdefinition sinnvoll für eine Therapie ist. Sicherlich müssen in der Diagnostik Ursachen geklärt werden, um individuell passend therapeutische Ziele setzen zu können. Schlussendlich aber ist es unbedeutend, ob ein Kind mit einer Sprachentwicklungsstörung mental retardiert ist oder nicht. Es braucht Förderung auf dem Gebiet seiner individuellen sprachlichen Schwierigkeiten. Sicherlich gibt es Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen, bei denen ergebnislos nach einer primären Störungsursache gesucht wird. Tatsächlich aber zeigen sehr viele spracherwerbsgestörte Kinder tiefer liegende mentale oder emotionale Schwierigkeiten. Sprache ist nicht abgekoppelt von der Gesamtentwicklung des Kindes zu sehen. Ich vertrete im Rahmen dieser Arbeit somit ein ganzheitlicheres Verständnis von Sprachentwicklungsstörungen und verzichte auf den Begriff der SSES bzw. auf den Zusatz „spezifisch“.

### **Störungen im Bedeutungserwerb**

Störungen im Bereich Lexikon und Semantik können sehr unterschiedlich aussehen. „Unabhängig davon, wie sich das konkrete Störungsprofil entwickelt, stellt eine Verzögerung des Lexikonerwerbs ein frühes diagnostisches Merkmal für sich anbahnende Sprachentwicklungsstörungen dar.“ (Kauschke und Rothweiler, 2007, S.239) Meistens bleibt bei Kindern mit Schwierigkeiten im Bedeutungserwerb der Wortschatzspurt aus, so dass sie mit 2 Jahren einen Wortschatzumfang von weniger als 50 Wörtern haben. Diese Kinder, auch *late taker* genannt, holen entweder den Rückstand auf und werden zu so genannten *late bloomer* oder sie bauen weiter zu langsam

Wortschatz auf oder bleiben auf einem Plateau stehen, so dass sich mit dem Wortschatz auch die Grammatik nicht weiter entwickeln kann. Ursache für das Stagnieren der Wortschatzentwicklung sind meist ineffiziente Strategien, mit denen Kinder ihren Wortschatz nicht erweitern können. Folgende ineffiziente Strategien entstammen dem Beobachtungsbogen „Keine Erweiterung sprachlich-kommunikativer Fähigkeiten“ von Füssenich und Geisel (2008):

**Rückgriff auf Verständigungsformen aus der vorsprachlichen Kommunikation**, zum Beispiel *da*, gestisches Zeigen

**Vermeidungsverhalten**, wie schweigen, ausweichendes Verhalten (zum Beispiel Mund zuhalten), ausweichende Antworten (*weiß ich nicht*) oder Antworten mit Ganzheiten (Passe-partout-Wörter, Routineformeln, zum Beispiel *so halt*)

**Ersetzen von Wörtern durch allgemeine unspezifische**

**Oberbegriffe** (zum Beispiel *Mann* statt Nikolaus), durch andere Wörter aus demselben semantischen Feld (zum Beispiel *Der König hat einen Hut auf*, statt Krone) und durch lautlich ähnliche Wörter (zum Beispiel *Bohne* statt Birne)

**Umschreibungen**: nach Aussehen und Form (*da Wasser drin* für Aquarium) oder durch Rückgriff auf Funktion und Situation (*aufmachen und so* für Reißverschluss)

**Keine Fragen nach Bedeutungen und ihren Unterschieden**

All diese Verhaltensweisen sind Anzeichen für Störungen im Bedeutungserwerb beim Spracherwerb von Kindern. Offen bleibt dabei, ob dem Kind jeweils die Bezeichnung oder der Begriff fehlt. Bei Kindern mit Deutsch als Zweitsprache liegt nahe, dass sie deswegen auf die beschriebenen Strategien zurückgreifen, weil ihnen die Bezeichnungen fehlen. Die Vorstellung von den Begriffen ist jedoch vorhanden.

Ein weiteres Anzeichen für Störungen beim Erwerb von Bedeutungen ist das eingeschränkte Sprachverständnis: Die Kinder können Äußerungen nur aufgrund von Schlüsselwörtern interpretieren und antworten auf Fragen wahlweise mit *ja* und *nein*, um den Anschein zu geben, verstanden zu haben. Auch Wiederholungen von Äußerungen des Kommunikationspartners sind typisch (vgl. Füssenich, 2002, S.85). Bei all diesen Verhaltensweisen ist je-

doch anzumerken, dass die Kinder trotz der Ineffizienz dieser Strategien versuchen, die Kommunikation aufrechtzuerhalten.

Mit betroffen bei lexikalischen Erwerbsstörungen ist auch die Organisation im semantischen Netzwerk. Die Einträge sind beispielsweise nicht ausreichend mit Merkmalen gefüllt, das heißt, das Wissen um Wortbedeutungen ist unvollständig (vgl. Kauschke und Rothweiler, 2007, S.240) oder die Vernetzung und gleichzeitige Differenzierung zu anderen Einträgen im Netzwerk läuft fehl.

Eine andere Form von Schwierigkeiten im semantischen Bereich sind Wortfindungsstörungen. „Da das Gedächtnis Wörter nicht als Einheit speichert, sondern nach Bedeutung und Lautgestalt getrennt, haben sie Schwierigkeiten mit der situativen Verfügbarkeit von Wörtern.“ (Füssenich, 2002, S.86) In diesem Fall können die Kinder die Lautstruktur des betreffenden Wortes nicht aktivieren, obwohl ihnen die Bedeutung bewusst ist und sie den Begriff beschreiben könnten. Diese Kinder verfügen demnach über einen genügend großen Wortschatz, nur der Zugriff darauf gelingt nicht. Wiederum kann dies aber mit einer ungenügend strukturierten Organisation des mentalen Lexikons einhergehen (vgl. Kauschke/Rothweiler, 2007, S.240).

Störungen im Bereich des Lexikons können wortartspezifisch sein. Vor allem die Anzahl von Verben erweist sich im aktiven Wortschatz von Kindern mit semantischen Auffälligkeiten oft als zu gering. Kinder neigen in diesem Fall zum Gebrauch von so genannten Allzweckverben, die in sämtlichen Kontexten passen wie zum Beispiel *machen* (vgl. ebd., S.240). Hierbei wird die Schnittstelle zur Syntax deutlich: Haben Kinder zu wenig Verben zur Verfügung, können sich auch syntaktische Strukturen nicht ausbilden.

Störungen beim Wortschatzaufbau können in allen Entwicklungsphasen auftreten, zum Beispiel in der vorsprachlichen Phase während des Aufbaus von gemeinsamen Handlungsabläufen bzw. Formaten (vgl. Füssenich, 2002, S.84). Manchen Eltern fehlen beispielsweise aus ganz unterschiedlichen Ursachen Möglichkeiten, Routinehandlungen im Alltag des Kindes aufzubauen. Der fehlende Aufbau von Formaten wiederum verhindert, dass vorsprachliche Referenzbezüge aufgebaut werden. „Da die Entwicklung von Referenzbezügen im engen Zusammenhang zu kognitiven Prozessen und zu kommunikativen Austauschsituationen zu sehen ist, sind bei einer Verzögerung des Lexikonerwerbs auch die kognitive Entwicklung und der Erwerb von Handlungsfähigkeit betroffen. Dementsprechend wird das Kind auch die

Symbolfunktion von Sprache erst später begreifen.“ (ebd., S.85) An dieser Stelle sei noch einmal darauf verwiesen, dass die Semantik das Zentrum des Spracherwerbs darstellt, aus dem sich pragmatische, phonologische und morphosyntaktische Fähigkeiten bzw. Schwierigkeiten in diesen Bereichen herausentwickeln.

### **Auditive Wahrnehmungsstörungen**

In Verbindung mit Sprachentwicklungsstörungen oder auch isoliert können auditive Wahrnehmungsstörungen auftreten, die nicht auf eine Schädigung der peripheren Hörorgane zurückzuführen sind. Bei auditiven Wahrnehmungsstörungen kommt es zu einer unzureichenden zentralen Weiterverarbeitung auditiver Stimuli, vor allem von Sprachlauten. Tallal (1993, hier nach Barth 2003, S.89) gibt an, dass Kinder mit Sprachauffälligkeiten eine erhöhte Ordnungsschwelle aufweisen. Die Ordnungsschwelle gibt an, wie viel Zeit zwischen zwei Sinnesreizen verstreichen muss, damit sie getrennt wahrgenommen werden können. Bei Erwachsenen liegt die Ordnungsschwelle zwischen 20 und 40 Millisekunden, bei Kindern zwischen 60 und 80 Millisekunden. Bei sprachauffälligen Kindern konnte eine Ordnungsschwelle nachgewiesen werden, die deutlich darüber liegt. Dies macht insbesondere das Erkennen von Plosiven schwer, welche innerhalb von 50 Millisekunden identifiziert werden müssen.

Teilfunktionen der komplexen Wahrnehmungsfähigkeit, welche gestört sein können, sind das Erkennen von Lautreihenfolgen, die akustische Figur-Grund-Differenzierung, das Gedächtnis für akustische Ereignisse und das Verarbeitungstempo auditiver Informationen. Darüber hinaus können auch das Lautheitsempfinden, die Schalllokalisation und die rhythmisch melodische Differenzierung beeinträchtigt sein. Störungen dieser Komponenten schränken das Verständnis gesprochener Sprache stark ein, besonders dann, wenn für die Unterscheidung von Lauten, vor allem von Plosiven, eine besonders hohe Differenzierungsleistung nötig ist oder sich Wörter nur in wenigen, sehr ähnlichen Lauten unterscheiden, zum Beispiel in *sechzig* und *sechzehn*. Kinder mit zentraler Fehlleistung der auditiven Verarbeitung hören Signale mit Geräuschcharakter, also Konsonanten, lauter und damit weniger differenziert (vgl. Nolte 2000, S.54).

Verbunden mit einem gestörten Sprachverständnis wird auch der Aufbau von Begriffen erschwert. Insofern können auditive Wahrnehmungsstörungen



eine mögliche Ursache für Störungen im Bedeutungserwerb darstellen. Kinder mit auditiven Wahrnehmungsstörungen haben vor allem Schwierigkeiten mit mehrdeutigen Wörtern und abstrakten Begriffen (vgl. ebd., S.53). Eine andere Schwierigkeit ist die Fokussierung der Aufmerksamkeit auf andere Dinge während des Sprachverarbeitungsprozesses, weil diese Kinder so sehr mit der Worterkennung beschäftigt sind. Normalerweise läuft dieser Prozess automatisiert ab, dass der größte Teil der Aufmerksamkeit der Bedeutungserfassung geschenkt werden kann. Die belastete Aufmerksamkeit führt wiederum dazu, dass nur eine beschränkte Wissensbasis erworben werden kann. Informationen werden weniger tief verarbeitet und Bedeutungen schlechter vernetzt (vgl. ebd., S.53).

Vallar und Papagno (1993, hier nach Nolte, 2000, S.54) geben an, dass es zwischen der Wortschatzentwicklung und dem auditiven Kurzzeitgedächtnis einen Zusammenhang gibt: Kann das auditive Kurzzeitgedächtnis Inhalte nicht optimal speichern bzw. erneut zur Verfügung stellen, wächst auch der Wortschatz nur langsam oder gar nicht an.

Eine andere Folge von auditiven Wahrnehmungsschwächen ist die, dass die Kinder aufgrund der enorm schwierigen und anstrengenden Lautdiskriminierung schnell ermüden und leichter abgelenkt werden. Dies kann zu einem Abfall der Leistungsfähigkeit führen (vgl. ebd., S.54).

### **Schwierigkeiten im Spracherwerb bei Mehrsprachigkeit**

Schwierigkeiten im Spracherwerb lassen sich oft auch bei Kindern beobachten, welche Deutsch als zweite Sprache lernen, gerade wenn die Muttersprache in dem Land nicht weiter geschätzt oder gefördert wird. Mit Migrationshintergrund in Deutschland lebende Kinder, deren Eltern Türkisch, Griechisch oder Russisch sprechen zeigen oft gerade deswegen Schwierigkeiten beim Erwerb der deutschen Sprache, weil ihre Familiensprache im Einwanderungsland wenig geschätzt wird. Damit meiden sie ihre Erstsprache und entwickeln sich darin nicht weiter. Dabei kann laut Interdependenzhypothese von Cummins (1979, hier nach Lengyel, 2002, S.36ff) eine Zweitsprache gerade dann gut erworben werden, wenn die Kompetenzen in der Erstsprache ausreichend gut entwickelt sind. Die Folge des nur rudimentären Beherrschens der Erstsprache kann eine doppelte Halbsprachigkeit sein. Das Kind spricht dann weder die Erst- noch die Zweitsprache auf einem muttersprachlichen Niveau.

Die grundlegenden Probleme bei Schwierigkeiten mit mehrsprachigem Hintergrund liegen im semantischen Bereich. Die Kinder besitzen einen unzureichend großen Wortschatz. Oft fehlen ihnen Strategien zur Wortschatzerweiterung. Dabei kann es sein, dass sie über die Begriffe bereits in der Erstsprache verfügen und ihnen lediglich die Bezeichnungen in der Zweitsprache fehlen. Im Falle einer doppelten Halbsprachigkeit jedoch liegen die Begriffe auch nicht in der Erstsprache vor. Das Problem liegt dann im Begriffsaufbau und in der Vernetzung des Begriffs zu anderen. Die Organisation des mentalen Netzwerkes in Ober- und Unterbegriffe und anderen semantischen Relationen gelingt außerdem oft nicht. Da die Semantik eine Schnittstelle zu den anderen sprachlichen Ebenen darstellt, können sich auch diese nur eingeschränkt weiter entwickeln. Häufige grammatische Schwierigkeiten aufgrund eines mehrsprachigen Hintergrunds sind der Gebrauch des bestimmten Artikels und in Folge der Erwerb des Kasussystems.

## **4. Verarbeitung von Zahlen**

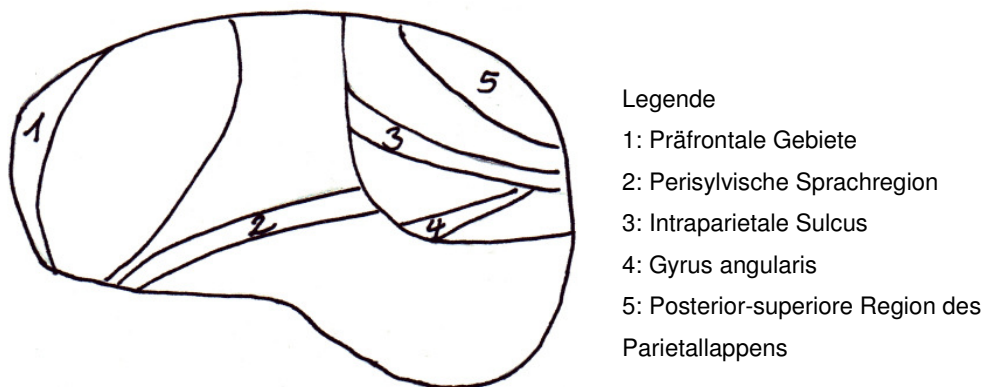
Dieses Kapitel beschäftigt sich mit Verarbeitung von Anzahlen, Ziffern und Zahlwörtern. Dabei wird deutlich, dass die mathematische und sprachliche Verarbeitung nicht getrennt voneinander zu sehen sind.

Während bei der Sprachverarbeitung eindeutig die linke Hemisphäre die dominante ist, stellt man bei der Verarbeitung von Zahlen fest, dass beide Hemisphären aktiv sind. Wieder kann man von hochspezialisierten Modulen in verschiedenen Regionen des Gehirns ausgehen, welche als Netzwerk zusammenarbeiten. Zu dem Netzwerk gehören auch sprachliche Anteile.

### **4.1. Neuropsychologische Aspekte**

Bei der Verarbeitung von Zahlen bzw. beim Rechnen greift das Gehirn auf zwei verschiedene Systeme zu: auf ein bildlich-räumliches und auf ein sprachliches Zahlensystem (vgl. Kucian und von Aster, 2005, S.60). Bildgebende Verfahren machen es möglich, bei unterschiedlichen Anforderungen Aktivitäten in den verschiedenen Gehirnregionen nachzuweisen. In Abbildung 2 sind die kortikalen Regionen, die für die Zahlenverarbeitung bedeutend sind, schematisch dargestellt.

## Abbildung 2: Lobus frontalis und Lobus parietalis des Großhirns



Quelle: Eigene Darstellung

Bei sicher beherrschten Additionsaufgaben, also beim Abruf von Faktenwissen, finden die Aktivitäten in präfrontalen Gebieten (Region 1 in Abb.2) und in der perisylvischen Sprachregion<sup>2</sup> (Region 2 in Abb.2) der linken Hemisphäre statt (vgl. ebd., S.61). In diesen sprachlichen Regionen werden Zahlwörter phonologisch entschlüsselt oder produziert und es werden ihnen Bedeutungen zugewiesen. Außerdem kann man in dieser Region den Zugriff auf Rechenregeln nachweisen.

Einfache Rechenaufgaben werden eher unilateral in der linken Hemisphäre unter Bezugnahme der Areale für eine sprachliche Verarbeitung von gelerntem Faktenwissen verarbeitet. Bei schwierigen Rechenaufgaben sind Gebiete beider Hemisphären aktiv. Hier kommt das bildlich-räumliche System der Zahlenverarbeitung mit dem Einsatz von Strategien zum Tragen (vgl. ebd., S.66). „Gelingt ein direkter schneller Abruf aus dem sprachlichen Langzeitgedächtnis nicht, so ist mathematisches Denken unter Hinzuziehung räumlicher Zahlenvorstellungen erforderlich, was wiederum mit einer parietalen Aktivierung einhergeht.“ (vgl. ebd., S.61)

Die parietalen Kortexregionen sind Kern des Rechnens bzw. der Zahlenverarbeitung. Hier werden aber auch zahlreiche andere Funktionen, wie zum Beispiel das räumliche Arbeitsgedächtnis und Wortbedeutungen gesteuert (vgl. ebd. S.62). Der Parietallappen umfasst drei wichtige Region der Zahlenverarbeitung: der intraparietale Sulcus (Region 3 in Abb.2) als visuell-räumlicher Verarbeitungsort von Zahlen, der linke Gyrus angularis (Region 4

---

<sup>2</sup> Die Sylvische Furche befindet sich im hinteren Frontallappen. Hier ist auch der motorische Kortex lokalisiert.

in Abb.2), welcher Rechnungen und Sinnbedeutungen sprachlich verarbeitet und die posterior-superiore Region des Parietallappens (Region 5 in Abb.2), wo Lösungsprozesse von visuell-räumlichen Aufgaben und verschiedene Zahlenmanipulationen verarbeitet werden.

Den visuell-räumlichen Verarbeitungsort in der inneren Furche des Parietallappens kann man sich als eine Art mentalen Zahlenstrahl vorstellen, auf dem die Zahlen der Größe gegliedert dargestellt sind. Empirische Untersuchungen wiesen den so genannten SNARC-Effekt (Spatial Numerical Association of Response Codes) nach (vgl. von Aster, 2005, S.22): Bei der Entscheidung, welche Zahl größer ist, wird schneller reagiert, wenn die jeweils größere Zahl so präsentiert wird, dass mit der rechten Hand die Entscheidung zum Beispiel durch einen Knopfdruck getroffen werden muss. Soll entschieden werden, welche Zahl die kleinere ist, reagiert die linke Hand schneller.<sup>3</sup> Dies gilt als Evidenz für einen mental repräsentierten Zahlenstrahl, welcher von links nach rechts die Zahlen der Größe nach ordnet. Dieser Effekt konnte bei Kindern ab der zweiten Klasse und voll entwickelt dann in der dritten Klasse nachgewiesen werden.

Bildgebende Verfahren zeigen, dass beim Zahlenvergleich beide Hemisphären ungefähr gleich stark aktiv sind. Beim Multiplizieren, einer Operation, bei der es auf den Abruf von auswendig gelernten Ergebnissen ankommt, ist die linke Gehirnhälfte deutlich stärker beteiligt (vgl. Dehaene, 1999, S.252). Dies ist dadurch zu erklären, dass der Abruf von Faktenwissen zu den sprachlichen Fähigkeiten zählt. Dass auswendig gelerntes Faktenwissen eine sprachliche Komponente darstellt, erklärt auch, warum Zweitsprachler lieber in ihrer Muttersprache rechnen. Das „Ein-mal-eins“, was sie in ihrer Muttersprache gelernt haben, hat sich tief ins Langzeitgedächtnis eingeprägt, genauso wie zum Beispiel das „Vater unser“ oder vertraute Kinderverse (vgl. ebd. S.253).

Dehaene beschreibt einen Patienten, der in der parietalen Region eine Läsion hatte und deswegen nur noch auswendig gelernte Ergebnisse bestimmen konnte. Strategien des bildlich-räumlichen Systems unter Bezugnahme des mentalen Zahlenstrahls wie Größen vergleichen oder Schätzen konnte er nicht mehr anwenden (vgl. ebd., S.219). Andere Patienten konnten durchaus Strategien anwenden, aber der Zugriff auf Faktenwissen war ihnen unmög-

---

<sup>3</sup> Dieses Ergebnis war unabhängig von der Händigkeit der Versuchsperson.

lich, weil sie in der linken präfrontalen Region eine Läsion hatten. Diese doppelte Dissoziation ist noch einmal Evidenz für die zwei unterschiedlichen Systeme, das sprachliche und das visuell-räumliche, welche an der Zahlenverarbeitung beteiligt sind.

## **4.2. Anzahlerfassung**

Laut Dehaene ist es ein kulturübergreifendes Phänomen, dass Anzahlen bis 3 simultan erfasst werden können. Ab einer Menge von ungefähr 4 wird die Reaktionsgeschwindigkeit messbar länger (vgl. Dehaene, 1999, S. 82). Beim simultanen Erfassen wird eine Menge ohne Zählen erkannt. Diese Fähigkeit, *subitizing* genannt, beruht wahrscheinlich auf rein visuellem Operieren, wobei alle Objekte gleichzeitig verarbeitet werden.

Neben dem Effekt, dass beim Zahlenvergleich desto langsamer entschieden wird, je größer die Zahlen sind, gibt es den Distanzeffekt (vgl. ebd., S.90): Zahlen, die nah beieinander liegen, brauchen eine längere Reaktionszeit, um sie miteinander zu vergleichen. Diese Beobachtung zeigt, dass Zahlen nicht aufgrund ihrer Form verarbeitet werden oder Ziffernvergleiche auswendig gelernt werden, sondern ihnen sofort eine quantitative Bedeutung beigemessen wird. Es dauert daher länger 4 und 5 miteinander zu vergleichen als 1 und 5, weil die Menge 4 und 5 fast gleich stark sind. Größeneffekt und Distanzeffekt beim Zahlenvergleich sprechen beide dafür, dass das Gehirn immer auch die volle Menge verarbeitet, auf die eine Ziffer verweist. Zudem liegen Zahlen umso näher auf dem mentalen Zahlenstrahl zusammen, je größer sie sind (vgl. ebd., S.92). Die Distanz zwischen 1 und 2 wird größer empfunden als die zwischen 47 und 48. Mit zunehmender Zahlenlänge nimmt die Genauigkeit des Rechnens ab.

## **4.3. Verarbeitung von Ziffern und Zahlwörtern**

Dass eine Ziffer immer quantitativ verarbeitet wird, wurde auf Hintergrund des Distanz- und Größeneffektes deutlich. Aber auch Zahlwörter werden nicht nur sprachlich sondern immer auch quantitativ interpretiert: Ereigniskorrelierte Potentiale, die beim Erkennen eines Zahlwortes gemessen werden, können zeigen, dass Zahlwörter zunächst ausschließlich linkstemporal verarbeitet und in ihrer semantischen Kategorie von anderen Wörtern unterschieden werden. Kurze Zeit später jedoch wird das Zahlwort auch rechtsparietal weiter verarbeitet und auf dem mentalen Zahlenstrahl gesucht (vgl.

Dehaene, 1999, S.260-261). Andere Wortkategorien werden nur linkstemporal erfasst. Auf Grund von Experimenten mit Probanden, deren Corpus Callosum<sup>4</sup> durchtrennt wurde, hat man festgestellt, dass die rechte Hemisphäre alleine keine Zahlwörter erkennen kann. Zahlwörter werden also zunächst in der linken Hemisphäre in der temporalen Sprachregion verarbeitet. Darauf folgt die quantitative Verarbeitung in linken und rechten Parietalregionen. Für die obligatorische quantitative Interpretation in dieser Region spielt es keine Rolle, ob die Zahl als Ziffer oder als Zahlwort präsentiert wird (vgl. Kucian und von Aster, 2005, S.67). Dennoch wird bei der Verarbeitung von Ziffern die rechte Hemisphäre stärker aktiv, da dort zusätzlich noch eine Region im hinteren Temporallappen auf das Erkennen von arabischen Ziffern spezialisiert ist.

Als ein kognitives Modell der Repräsentation von Zahlen und zahlbezogener Fertigkeiten beschreibt Dehaene in seinem *Triple-Code-Modell* drei Repräsentationsmodule, welche autonom arbeiten, aber durch Übersetzungsverbindungen miteinander verschaltet sind (vgl. Schmitman, 2007, S.126). Das Modul *Auditory Verbal Word Frame* ist ein Teil der Sprachverarbeitung, in welchem Zahlen als hör- und lesbare Zahlwörter rein sprachlich repräsentiert werden. Die Fertigkeiten Zählen und Abruf von (mathematischem) Faktenwissen sind hier verankert. Das Modul *Visual Arabic Number Form* ist ein Speichersystem visueller Symbole. Numerische Operationen sind hier visuell dargestellt und räumlich in Form des Stellenwertsystems organisiert. Im Modul *Analog Magnitude Representation* sind die Fähigkeiten, numerische Quantitäten zu vergleichen und abzuschätzen repräsentiert. Dieses Modul kann man als die Semantik der Zahl bezeichnen: Die Bedeutung einer Zahl wird durch ihre Mächtigkeit angegeben. Daraufhin kann sie mit anderen Zahlen verglichen werden.

---

<sup>4</sup> Bei Patienten, die an starker Epilepsie leiden, wird oftmals die Verbindung zwischen den Hemisphären durchtrennt, damit sich der Krampfherd nicht weiter im Gehirn ausbreiten kann. Solche Patienten mit durchtrennten Corpus Callosum nennt man *Split-Brain-Patienten*.

## **5. Zahlbegriffserwerb**

Folgend soll die Frage erörtert werden, wie Kinder eine Vorstellung über Zahlen erwerben. Piagets entwicklungspsychologischer Ansatz ist der bekannteste Ansatz zur Beschreibung des Zahlbegriffserwerbs. Seine Thesen sollen hier wegen ihrer grundlegenden entwicklungspsychologischen Bedeutung für den Zahlbegriffserwerb und auch für den Spracherwerb dargestellt werden. Piagets Zahlbegriffsmodell ist jedoch in einigen zentralen Aussagen von verschiedenen Autoren kritisiert worden. Deswegen sollen hier auch neuere Ansichten aus der Mathematikdidaktik dargestellt werden. Dabei ist insbesondere der Ansatz von Moser Opitz für die Ableitung von Förderzielen für rechenschwache Kinder von zentraler Bedeutung. Daher ist er auch für den empirischen Teil dieser Arbeit wichtig.

### ***5.1. Die Entwicklung des Zahlbegriffs nach Piaget***

Nach Piaget entwickelt sich der Zahlbegriff bzw. das operationale Verstehen im Handeln des Individuums mit seiner Umwelt. Er geht davon aus, dass das Kind keine angeborenen Strukturen zur Erfassung von Mengen besitzt. Sämtliche kognitive Strukturen entwickeln sich erst durch die aktive Interaktion mit der Umwelt. Piaget beschreibt vier Stadien der kindlichen Entwicklung des Denkens und Handelns: das sensomotorische, das präoperationale, das konkretoperationale und das formaloperationale Stadium. Dabei sind die Phase der konkreten Operationen und die Phase der formalen Operationen entscheidend für den mathematischen Bedeutungserwerb. In der präoperationalen Phase ist das egozentrische Denken noch vorrangig. Das bedeutet, dass das Ganze und seine Teile noch nicht miteinander in Beziehung gesetzt werden können. Die Stufe der konkreten Operationen, angegeben für das 7. bis 12. Lebensjahr, gilt als unmittelbare Voraussetzung für den Erwerb des Zahlbegriffs. Kinder können nun mehrere Aspekte einer Handlung wahrnehmen, das heißt, das Ziel und seine Teilschritte im Blick behalten. Handlungsabläufe werden als Ganzes wahrgenommen und die Teile des Ganzen können zueinander in Beziehung gesetzt werden (vgl. Moser Opitz, 2001, S.26). Damit wird auch reversibles Denken möglich. Insgesamt sind Kinder in diesem Stadium aber noch auf konkrete Objekte angewiesen. Rein sprachlich bzw. symbolisch sind Denkvorgänge noch nicht möglich. In der Phase der formalen Operationen kann sich das Kind vom

Konkreten lösen und Operationen in Gedanken, rein sprachlich nachvollziehen.

Piaget versteht die Zahl gleichzeitig kardinal, das heißt die Mächtigkeit einer Menge angehend und ordinal, das heißt die Position in einer Reihe angehend. Beide Zahlenaspekte entwickeln sich synchron, koordinieren sich immer mehr und verschmelzen miteinander (vgl. ebd., S.34). „Durch die Verbindung von Ordinal-und Kardinalzahl wird die Zahl als Zahl konstruiert.“ (ebd., S.36) Dieser Prozess vollzieht sich zwischen der präoperationalen Phase und der Phase der konkreten Operationen. Der Kardinalzahlaspekt entwickelt sich dabei aus der Fähigkeit, Dinge zu klassifizieren bzw. aus gleichen Objekten Mengen herzustellen. Die Fähigkeit, Objekte nach der Größe, Farbe, Form etc. zu ordnen lässt den Ordinalzahlaspekt entfalten.

Weitere Zahlaspekte, welche Kinder während des Zahlbegriffserwerbs verinnerlichen, sind der Maßzahlaspekt, der Operatorzahlaspekt, der Rechenzahlaspekt und der Codierungszahlaspekt. Die Maßzahl gibt eine gemessene Größe an, die Operatorzahl die Häufigkeit einer bestimmten Tätigkeit und die Rechenzahl eine Zahl innerhalb einer Rechnung. Codierungszahlen findet man in Telefonnummern, Hausnummern oder auch Matrikelnummern.

Der Zahlbegriffserwerb nach Piaget verläuft in drei Stadien (vgl. ebd., S.32). Das erste Stadium ist die Erhaltung der Quantitäten bzw. Invarianz der Mengen: Das Kind kann eine Menge als eine Menge erkennen und auch bei einer Transformation z.B. durch eine andere Anordnung der Menge begreift es, dass die Mächtigkeit der Menge erhalten bleibt. Im zweiten Stadium erfasst das Kind sowohl den kardinalen als auch den ordinalen Aspekt einer Zahl. Im dritten Stadium, das der additiven und multiplikativen Kompositionen, entsteht ein komplexes Teil-Ganzes-Verständnis, indem Beziehungen zwischen Mengen aufgebaut werden. Wenn das Kind dieses Stadium erreicht hat, hat es den Zahlbegriff als Operation erworben. Vorher kann man nach Piaget noch von keinem Zahlbegriffsverständnis reden (vgl. ebd., S.34). Insgesamt entwickelt sich der Zahlenbegriff nach Piaget durch die Fähigkeiten Klassifikation, Seriation, Eins-zu-Eins-Zuordnung und Invarianz.

## **5.2. Kritik an Piagets Zahlbegriffsmodell**

Entgegen Piagets Ansicht, nach der Kinder als „numerisches Tabula-Rasa-Wesen“ geboren werden (Stern 1998, hier nach Schmitman, 2007, S.95), weiß man heute aus der Säuglingsforschung, dass bereits Neugeborene



sensibel für die Unterscheidung von Mengen sind. Dementsprechend muss es angeborene Hirnstrukturen geben, die durch den Umgang mit Zahlen sich weiter ausreifen können. Nach Moser-Opitz braucht es für die Entwicklung des Zahlbegriffs nicht erst das Verständnis für Operationen: „Für den Erwerb von Zahlbegriffen brauchen Kinder nicht in erster Linie ein Umgehen mit logisch-arithmetischen Aufgabenstellungen, sondern eine Welt mit Zahlen, in der sie ihre Denkwerkzeuge anwenden und weiter entwickeln können.“ (Moser Opitz, 2001, S.62) Kinder haben schon im Vorschulalter numerische Kenntnisse, wenngleich sie noch kein Verständnis für Operationen zeigen. Insofern brauchen Kinder auch nicht das Verständnis für die Invarianz von Mengen, um den Zahlenbegriff zu erwerben. Invarianz erwerben Schüler erst dann, so Moser-Opitz, wenn sie schon mathematische Kenntnisse haben. Weiter kritisiert sie die Reduktion Piagets auf den Kardinal- und Ordinalzahlaspekt einer Zahl. Eine Zahl umfasse erstens mehr Aspekte, zweitens bewerte Piaget den Kardinalzahlaspekt zu hoch. Der Ordinalzahlaspekt sei wichtiger für den Erwerb von Zahlbegriffen (vgl. ebd., S.62). Bert van Oers (2004) kritisiert zudem, dass die Sprache bei Piaget nicht die Bedeutung erhält, die sie innerhalb des Zahlbegriffserwerbs aber habe (vgl. Schmitman, 2007, S.97).

### **5.3. Aktuelle Ansichten zum Zahlbegriffserwerb**

Aktuelle Modelle gehen davon aus, dass das operative Zahlverständnis keine Voraussetzung für den Erwerb des Zahlbegriffes darstellt, sondern erst in der Auseinandersetzung mit dem mathematischen Gegenstand erworben wird.

In neueren Modellen wird dem Zählen an sich eine bedeutende Rolle für den Erwerb des Zahlbegriffs beigemessen. Die angeborene Fähigkeit, Mengen zu unterscheiden ist die Grundlage für die Symbolisierung in Form von Zahlwörtern und schließlich in Form von arabischen Zahlzeichen. Der Erwerb der Zahlzeichen gilt als eine Voraussetzung für die Entwicklung einer abstrakt symbolischen, räumlichen (ordinalen) Zahlenrepräsentation, was wiederum das mentale Operieren mit Zahlen ermöglicht (von Aster, 2005, S.15).

## Zählentwicklung

Zählen gilt als zentrale Voraussetzung, wenn auch nicht als die einzige, zum Aufbau numerischer Konzepte (vgl. Moser Opitz, 2001, S.63). Zählen, das kardinales Verstehen beinhaltet, beginnt beim Aufsagen der Zahlwortreihe. Nach und nach integrieren sich das Rezitieren der Zahlwortreihe, das Eins-Zu-Eins-Abzählen von Gegenständen und das Bestimmen der Größe der Menge zu einem umfassenden Zahlbegriff. Für Piaget hatte das Zählen keine numerische Bedeutung, sondern war nur das reine Rezitieren der Zahlwortreihe. Heute gilt das Zählen als ein Zugang zum kardinalen Verstehen. Nach dem Modell „Prinzipien nachher“ lernen Kinder die unterschiedlichen Bedeutungen des Zählens nach und nach kennen: Können sie Zahlwortreihe rezitieren und Objekte Stück für Stück und dazu passend Zahlwort für Zahlwort zählen, entwickelt sich im dritten Schritt das Verständnis für die Kardinalität der Zahl: Das zuletzt genannte Zahlwort gibt die Mächtigkeit der Menge an.

Fuson postulierte 1988 für die Entwicklung des Zählens fünf aufeinander folgende Levels (vgl. hier nach Schmitman, 2007, S.99): Auf dem *String Level* kann die Zahlwortreihe wie ein auswendig gelerntes Gedicht aufgesagt werden, wobei die Zahlen nicht voneinander unterschieden werden. Die Zahlwortreihe bildet eine Einheit. Erste Eins-zu-Eins-Zuordnungen werden auf dem *Unbreakable Chain Level* möglich. Aber auch hier stellt die Reihe der Zahlwörter eine Einheit dar, bei der immer mit der Startzahl *eins* begonnen wird. Auf dem *Breakable Chain Level* kann nun von jeder beliebigen Zahl als Ausgangspunkt aus weitergezählt werden. Es können Vorgänger und Nachfolger bestimmt und teilweise rückwärts gezählt werden. Schrittweises Weiterzählen von jeder beliebigen Zahl aus ist ab dem *Numerable Chain Level* möglich. Auf dem *Bi-directional Chain Level* kann von jeder beliebigen Zahl aus in jede beliebige Richtung weitergezählt werden. Insgesamt beeinflusst jede Gelegenheit des Lernens und Erprobens der Zahlwortreihe den Zahlbegrifferwerb.

Galistel und Gelman (1978, vgl. hier nach Schmitman, 2007, S.99ff) geben für die Entwicklung des Zählens fünf Prinzipien an, anhand deren Kinder lernen, wie und was sie zu zählen haben: Das Eindeutigkeitsprinzip beschreibt die Tatsache, dass jedem Objekt genau ein Objekt zugeordnet werden kann. Das Prinzip der stabilen Ordnung beschreibt den Kardinalzahlas-

pekt, dass jeweils das zuletzt genannte Zahlwort die Größe der Menge angibt. Dass diese Prinzipien auf das Zählen aller möglichen Anzahlen Objekte anwendbar sind, besagt das Abstraktionsprinzip. Das fünfte Prinzip ist das der Irrelevanz der Anordnung von zählbaren Objekten.

Erste arithmetische Fähigkeiten zur Bestimmung von Mengen anhand dieser Prinzipien können sich schon im Vorschulalter entwickeln, auch ohne operationales Verständnis. Aber das vorschulische Wissen ist abhängig von dem Grad der Anregung in der Umwelt: Kinder brauchen Motive und Sinnbezüge zum Zählen (vgl. von Aster, 2005, S.19).

### **Modell zum Erwerb von Zahlbegriffen nach Moser Opitz (2001)**

Ein aktuelles Modell, das sich vor allem für den sonderpädagogischen Bereich eignet, weil es auch eine didaktische Konzeption beinhaltet, stellt das Modell für den Zahlbegriffserwerb von Moser-Opitz dar (vgl. Schmitman, 2007, S.119ff): Sie postuliert die Wichtigkeit des Zählens. Dabei sei der Begriff der Zahl sowohl durch den Kardinal- und Ordinalzahlaspekt als auch durch Maß-, Operator-, Rechenzahl-, und Codierungsaspekt bestimmt. Kinder brauchen, so Moser Opitz, Anregungen zum Zählen, um Zahlen und ihre verschiedenen Aspekte im Alltag zu begegnen.

Das Operationsverständnis gilt nicht mehr als Voraussetzung für den Erwerb des Zahlbegriffes. Dieser entwickle sich im Laufe der Auseinandersetzung mit dem mathematischen Gegenstand. Klassifikation, Seriation, Mengenvergleich durch Eins-zu-Eins-Zuordnung gelten als pränumerische Vorkenntnisse, die in bedeutungsvolle Situationen eingebettet werden müssen und Kinder meist schon als vorschulische Fähigkeiten mitbringen. Diese Lernvoraussetzungen müssen im Anfangsunterricht erfasst, in ihrer Heterogenität beachtet und gefördert werden. Eine andere wichtige Fähigkeit, welche die numerische Auseinandersetzung fördert, ist nach Moser Opitz das *Subitizing*: das schnelle, (quasi) simultane Erfassen kleiner Anzahlen, welches eine Kompetenz der Wahrnehmung darstellt (vgl. ebd., S.120). *Subitizing* kann bei einer unstrukturierten Menge von Gegenständen tatsächlich simultan erfolgen. Bei einer strukturierten Darstellung unterstützt die Gliederung, zum Beispiel eine Zehnerstruktur, das schnelle Aufnehmen der Anzahl. Hier redet man von einer quasi simultanen Erfassung.

Als didaktische Grundprinzipien fordert Moser Opitz ein ganzheitliches Erarbeiten des Zahlenraums und die Förderung einer strukturierten Anzahlerfassung.

#### **5.4. Entwicklung von Rechenstrategien**

Eine Art zu rechnen, die bei manchen Kindern schon vor Schuleintritt zu beobachten ist, ist die Summen-Strategie (vgl. Krajewski, 2005, S.154): Es werden beide Summanden einzeln und dann alle Elemente zusammen von vorn gezählt. Bald darauf ist eine verkürzte Form möglich, das Weiterzählen, indem sofort alle Elemente zusammengezählt werden. Eine noch schnellere Rechenstrategie ist das Aufzählen: Der erste Summand wird als Kardinalwert erkannt und nur der zweite Summand dazugezählt. Dies ist dann möglich, wenn das Kind mit ca. 6 Jahren begriffen hat, dass hinter einer Zähl-Zahl eine Menge steckt. Die nächste Strategie ist das Minimieren: Das Kind beginnt mit dem größeren Summanden und kann dann weiterzählen. Mit zunehmender Übung geschieht ein Übertrag der arithmetischen Fakten ins Langzeitgedächtnis (vgl. von Aster, 2005, S.19). Ein denkendes Zusammenzählen ist mehr denn nicht mehr notwendig, sondern das Ergebnis wird einfach aus dem Wissen heraus abgerufen. Es kommt in dabei zu einer „Umformung der angeborenen konkreten (kardinalen) Mengenrepräsentation zu der abstrakt-symbolischen (ordinalen) Zahlenstrahlvorstellung...“ (ebd., S. 20) Wenn Zahlwörter wiederholt mit Ziffern verbunden werden, kommt es zur Automatisierung und damit zur festen Positionierung der Zahl auf dem mentalen Zahlenstrahl. Von der Zahl kann nun vorwärts und rückwärts auf dem Zahlenstrahl operiert werden. Diese Fähigkeit macht schließlich das Rechnen im Kopf möglich.

### **6. Rechenschwierigkeiten**

Manchen Kindern ist es nur schwer möglich, im Kopf im Zahlen zu operieren. Ihnen fehlt die innere Vorstellung von Zahlen oder sie entwickeln nur unzureichende Rechenstrategien. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem Phänomen „Rechenschwierigkeiten“. Zunächst wird der Begriff „Rechenstörung“ untersucht. Darauf sollen Ursachen und Auswirkungen von Rechenschwierigkeiten beschrieben werden. Diese Betrachtung dient als Grundlage für die sich anschließenden Kapitel, in denen der Zusammenhang von sprachlichen und mathematischen Schwierigkeiten untersucht wird.

## **6.1. Der Begriff „Rechenstörung“**

Die ICD 10, die Internationale Klassifikation psychischer Krankheiten der Weltgesundheitsorganisation, definiert die „Rechenstörung“ als eine Entwicklungsstörung, bei der die grundlegenden Rechenfertigkeiten Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division beeinträchtigt sind. Diese Beeinträchtigungen können nicht allein durch eine Intelligenzminderung erklärt werden. Die Rechenfertigkeiten liegen laut der ICD 10 bei einer Rechenstörung unterhalb des Niveaus, welches aufgrund der allgemeinen Intelligenz und des Alters zu erwarten ist. Sämtliche sensorische Beeinträchtigungen, neurologische Störungsbilder, emotionale Auffälligkeiten oder eine unangemessene Beschulung müssen als mitbedingend ausgeschlossen werden. Auch die Lese-, Rechtschreibleistungen müssen im Normbereich liegen (vgl. Gerster und Schultz, 2000, S.204).

Mit dieser Definition werden die Kinder erfasst, die bei normaler Intelligenz unterdurchschnittlicher Rechenleistungen zeigen. Die unterdurchschnittlich intelligenten Kinder jedoch, die Schwierigkeiten im Rechnen zeigen, fallen durch diese Definition durch. Dies gilt für viele Schüler an Förderschulen. Die meisten Förderschüler zeigen auch Probleme mit dem Lesen und Schreiben. Dennoch haben diese Kinder Rechenschwierigkeiten und brauchen eine angemessene Förderung. „Hilfen braucht ein Kind, das in einen Rückstand gegenüber den Klassenkameraden geraten ist, in *jedem* [Hervorhebung durch die Autoren] Fall.“ (ebd., S.207) Gerster und Schultz beschreiben noch ein anderes Problem, welches diese Definition mit sich bringt: Ein normal begabtes Kind mit Rechenschwierigkeiten wird eher gefördert und zum selbstständigen Denken angeregt als ein minder begabtes Kind. Diesem Kind soll das Denken mittels routinierter Techniken erspart werden.

Die Definition der ICD 10 schließt eine unangemessene Beschulung als bedingenden Faktor von Rechenstörungen aus. Dass dieser Ausschluss angebracht ist, ist jedoch fraglich, denn die Art des Unterrichts beeinflusst in jedem Fall die Leistungsfähigkeit eines Schülers. Indem man eine unangemessene Beschulung ausschließt, entgeht man als Lehrperson in geschickter Weise der eigenen Verantwortung, für einen guten und individuell passenden Unterricht zu sorgen. „Auch ist die Frage berührt, ob man eher die Anpassungsfähigkeit des Kindes an den Unterricht verlangt oder eine besse-

re Anpassung des Unterrichts an die Fähigkeiten des Kindes für möglich hält und anstrebt.“ (vgl. ebd., S.206) Die defizitorientierte Sichtweise sucht die Ursache für die Schwierigkeiten ausschließlich beim Kind. Ein nicht an das Kind angepasster Unterricht oder ein erschwerter psycho-sozialer Hintergrund werden als Ursachen ausgeschlossen.

Eine andere Art der Beschreibung von Rechensstörungen ist die phänomenologische Definition. Diese beschreibt die Häufigkeit und Dauerhaftigkeit von Fehlleistungen beim Rechnen (vgl. Kaufmann, 2003, S.15). Dabei werden die typischen Fehler rechenschwacher Kinder beschrieben. Tatsächlich aber zeigen rechenschwache Kinder nicht unbedingt andere Fehler als nicht rechenschwache Kinder, wenn diese zu Fehlannahmen kommen. Die Art der angemessenen Förderung und Abstimmung des Unterrichts auf das Kind bleibt auch bei der phänomenologischen Definition außen vor. Jedoch nimmt diese Definition schon viel mehr das Kind und die Art seiner Schwierigkeiten in den Blick, anstatt nur von einer nicht erreichten Norm zu sprechen.

Aus diesen Gründen lege ich dieser Arbeit eine andere Ansicht von Rechensstörungen zugrunde, welche auch Kinder mit unterdurchschnittlicher Intelligenz oder anderen sensorischen Beeinträchtigungen mit einbezieht. Auch ein nicht an das Kind angepasster Unterricht kann ursächlich für Schwierigkeiten beim Rechnen sein. Daher werde ich folgend den Begriff „Rechenschwierigkeiten“ vorziehen. Er ist weniger ausschließend und weniger defizitorientiert als der Begriff der Rechenstörung bzw. Rechenschwäche.

Kaufmann beschreibt in ihrem pädagogisch-systemorientierten Ansatz Rechenstörungen „als Lernschwierigkeiten in Mathematik, die einer zusätzlichen Förderung jenseits des Standardunterrichts bedürfen“ (Kaufmann, 2003, S.15) Kaufmann wendet sich mit dieser Definition dagegen, dass Probleme beim Rechnen als eine Persönlichkeitseigenschaft oder eine Krankheit begriffen wird. Außerdem sollten Rechenschwierigkeiten nicht allein auf das Operieren mit Zahlen beschränkt werden. Schon während der Zahlbegriffsentwicklung können sich Verständnisschwierigkeiten zeigen. Daraus können sich spätere Rechenschwierigkeiten entwickeln.

Die Diskrepanzdefinition ist im Rahmen dieser Arbeit wenig hilfreich oder gar hinderlich, da es gerade um solche Kinder gehen soll, die sowohl sprachliche als auch auf Zahlen bezogene Schwierigkeiten zeigen. Die phänomenologische Definition kann diese Definition insoweit ergänzen, als dass sie die

Art der Schwierigkeiten beim Rechnen genauer unter die Lupe nimmt. Dies soll im folgenden Kapitel getan werden.

## **6.2. Beschreibung von Rechenschwierigkeiten**

Rechenschwierigkeiten können sich sehr komplex gestalten.

Bei der Beschreibung der unterschiedlichen Schwierigkeiten sollen nicht bestimmte Fehlertypen im Vordergrund stehen, denn wie bereits erwähnt, kann man anhand der Fehler nicht zwischen generell rechenschwachen Kindern und situativen Fehlannahmen beim Rechnen unterscheiden. Man findet jedoch Anhaltspunkte über die tiefer liegenden Schwierigkeiten, wenn man sich die Strategien der Kinder anschaut. Aus diesem Grund greifen rein quantitativ auswertbare Diagnostikmethoden zu kurz. Sie zeigen dem Diagnostiker lediglich, ob ein Ergebnis richtig oder falsch ist. Erst die Strategien des Kindes geben Aufschluss über die tatsächlichen Schwierigkeiten. Zwar machen häufige Verrechnungen um plus oder minus 1 darauf aufmerksam, dass das Kind Schwierigkeiten hat, aber erst die zugrunde liegende Strategie gibt darüber Aufschluss, wie das Kind vorgeht. Bei Fehlern um plus oder minus 1 ist das zählende Rechnen als unzureichende und nicht effektive Strategie auslösend. Zählendes Rechnen dauert nicht nur viel zu lange und verbraucht unnötige Gedächtniskapazitäten, sondern birgt auch die schwierige Frage, bei welcher Zahl nun angefangen wird, zu zählen. Wird die Startzahl bei 5 plus 4 mitgerechnet, gelangt das Kind statt bei 9 bei 8 an.

Aber auch das überlastete Kurzzeitgedächtnis ist anfällig für Verzählungen. Wie im Kapitel 5.4 beschrieben, bilden Kinder mit der Zeit Strategien, wie sie schnell rechnen können. Dabei greifen sie auf automatisierte Ergebnisse zurück, die bei Bedarf erweitert, verdoppelt oder halbiert werden können, um auf das Endergebnis zu kommen. Rechenschwache Kinder verbleiben dagegen zu lange beim ineffizienten und fehleranfälligen Zählen (vgl. Krajewski, 2005, S.154) und entwickeln kein Operationsverständnis. Auch das Schätzen von Größen kann unzureichend ausgebildet sein. Hier liegt der Grund in einem unvollständigen oder einseitigen Zahlbegriffsverständnis, welches nur wenige Zahlaspekte beinhaltet. Die Zahl wird vor allem als Ordnungszahl, als eine Nummer verstanden und weniger oder gar nicht als Mächtigkeit einer Menge. Moser-Opitz nennt als Prädiktor für eine erste Risikoprognose das Mengen- und Zahlwissen. Sie betont, dass ein Kind über sämtliche Zahlaspekte verfügen muss, um einen stabilen und umfassenden

Zahlbegriff auszubilden. „Numerische Kenntnisse bezüglich verschiedener Zahlaspekte stellen somit eine wichtige Grundlage für die Entwicklung arithmetischer Kompetenzen dar und sollten deshalb bei der Einschulung erhoben werden [...]“ (Moser Opitz, 2007, S.254)

Verfügt das Kind nicht über das kardinale Verständnis einer Zahl, wird es auch kein Teil-Ganzes-Konzept ausbilden. Dementsprechend kann es auch zu keinen effizienten Zähl- und Rechenstrategien greifen, welche aus dem Teil-Ganzes-Konzept hervorgehen. Hier wird deutlich, dass bei Rechenfehlern, die auf zählendem Rechnen und unzureichenden Zahlbegriffsverständnis beruhen, vermehrtes Üben nicht weiterhilft. Im Gegenteil – das wiederholte, stupide Üben erhöht den Leistungs- und Leidensdruck des Kindes. Es kommt nicht zu helfenden Strategien, sondern nur immer wieder zu falschen Ergebnissen. Das Verständnis für die Zahl bleibt dem Kind verwehrt. Für die Förderung ist es deshalb wichtig, am Zahlbegriffsverständnis anzusetzen.

Schipper führt bei den häufigen Schwierigkeiten rechenschwacher Kinder noch Probleme bei der Links- / Rechtsunterscheidung an. Probleme mit der Raumlage führen insofern zu Schwierigkeiten im Mathematikunterricht, weil viele Arbeits- und Anschauungsmittel mit Raumlage und Richtung arbeiten (vgl. Schipper, 2002, S.6).

Schäfer beschreibt Schwierigkeiten beim Rechnen im Anschluss an die Grundschule. Die Rechenfehler liegen hier neben den schon beschriebenen fehlenden Einsichten meist darin begründet, dass sich kein sicheres Zahl- und Stellenwertverständnis entwickelt hat (vgl. Schäfer, 2005, S.30). So erfassen Schüler bei mehrstelligen Zahlen nicht, dass die Anordnung der Zahlen das Dezimalsystem widerspiegelt.

### **6.3. Ursachen von Rechenschwierigkeiten**

Als Ursachen von Rechenschwäche beschreibt Kaufmann verschieden Bedingungsfaktoren, die auslösend sein können. Diese Bedingungsfaktoren können im Individuum selbst, im schulischen Umfeld oder im soziokulturellen und familiären Umfeld liegen (vgl. Kaufmann, 2003, S.29). Individuumsbezogene Ursachen sind zum Beispiel genetische Dispositionen, neuropsychologische Schädigungen kortikaler und subkortikaler Strukturen oder die Beeinträchtigung psychischer Komponenten wie Aufmerksamkeit, Wahrnehmung, Gedächtnis, Motivation, Selbstkonzept, etc. Innerhalb des schulischen Umfeldes können unangemessene Unterrichtsmethoden, viele Fehl-



tage, die Persönlichkeit des Lehrers, für das Individuum nicht geeignete Arbeitsmittel oder Ausgrenzung durch die Mitschüler Lernstörungen begünstigen. Das soziokulturelle und familiäre Umfeld hat vor allem großen Einfluss auf das Selbstkonzept und die Leistungsmotivation des Kindes. Hier können erste Ängste bezogen auf Schulleistungen entstehen, wenn beispielsweise überzogene Erwartungen an das Kind herangetragen werden. Ein positives Selbstkonzept hingegen ist wichtig für die Leistungsmotivation und das Herangehen an schulische Herausforderungen. Das soziale und familiäre Umfeld ist auch für sprachliche Erfahrungen und Lernanregungen zuständig. Mangelnde sprachliche Anregung kann Sprachentwicklungsstörungen auslösen oder begünstigen. Sprachentwicklungsstörungen können wiederum Schwierigkeiten beim Erwerb des Zahlbegriffes zur Folge haben. Auf die sprachlichen Ursachen soll in einem eigenen Kapitel als Schwerpunkt dieser Arbeit noch eingegangen werden. Zum sozialen Umfeld gehören auch die Mitschüler und anderen Kameraden, die einem Kind positive oder negative Rückmeldungen geben. Ständig negative Spiegelungen wirken wieder erniedrigend auf das Selbstkonzept und die Leistungsmotivation des Kindes. Möglicherweise antwortet das Kind darauf mit Vermeidungs- und Rückzugsverhalten. Der Leidensdruck bei Rechenschwäche ist oft sehr hoch und geht mit Ablehnung des Faches, Ablehnung des Lehrers, Lernblockaden, emotionalen Verstimmungen und Störungen in der Persönlichkeitsentwicklung einher (vgl. Wendt, 1997, S.50).

Kaufmann beschreibt den Rechenprozess als ein kompliziertes Zusammenspiel verschiedener kognitiver Teilleistungen. Hierbei versteht sie Teilleistungen als einzelne Faktoren innerhalb eines größeren Systems, das für die Bewältigung einer komplexen Aufgabe zuständig ist, im psychologischen Sinne<sup>5</sup> (vgl. ebd., S.32). Teilleistungen werden hier als Elementarprozesse im Gehirn verstanden, welche bei Störungen für eine Beeinträchtigung einer komplexen Fähigkeit wie Rechnen bedingend sind. Diese Elementarprozesse sind die taktil-kinästhetische, visuelle und auditive Wahrnehmung, die Speicherung von Gedächtnisinhalten und die Intermodalität, das Übersetzen zwischen den einzelnen Sinnesbereichen, zum Beispiel auditiv–visuell bzw. das Umherschalten zwischen Ebenen der Darstellung, zum Beispiel ikonisch–symbolisch.

---

<sup>5</sup> Teilleistungen werden von anderen Autoren auch in dem Sinne verstanden, indem sie die Abgrenzung von anderen Schulleistungen im Sinne der Diskrepanzdefinition meinen.

Das Zurückführen von Rechenschwierigkeiten auf Teilleistungsstörungen ist nur dann brauchbar, wenn man eine Teilleistung auch pädagogisch-didaktisch stützen kann. Ansonsten ist das Forschen in Teilleistungen als Ursachen wenig brauchbar. Versteht man beispielsweise Sprache als eine Teilleistung, ist es äußerst sinnvoll, diese Komponente bezüglich der Verbesserung des mathematischen Verstehens zu fördern. Auch die Förderung der Intermodalität zwischen verschiedenen Darstellungsebenen stellt für das Kind mit Rechenschwierigkeiten eine große Stütze dar.

Krajewski benennt unzureichendes mengen- und zahlenbezogene Vorwissen als einen spezifischen Risikofaktor der Ausbildung von Rechenschwierigkeiten (vgl. Krajewski, 2005, S.157). Das Erfassen von Mengen und das Erkennen von Zahlen nennt sie „numerische Bewusstheit“ (ebd. S.159), in Anlehnung an die phonologische Bewusstheit, wie sie in Bezug auf die Ausbildung von Lese- Rechtschreibschwierigkeiten beschrieben wird. Als unspezifische Risikofaktoren, weil diese auch Lese- Rechtschreibschwierigkeiten voraussagen können, bezeichnet Krajewski die Gedächtniskapazität und die Zahlenverarbeitungsgeschwindigkeit. Hier sei darauf hingewiesen, dass Krajewski von der Diskrepanzdefinition ausgeht, das heißt von einem eigenen Störungsbild „Rechenschwäche“. Für diese Arbeit macht die Unterscheidung von spezifischen und unspezifischen Risikofaktoren keinen Sinn, bzw. ist sogar erschwerend, da gerade solche Rechenschwierigkeiten beschrieben werden sollen, die auf sprachlichen Ursachen beruhen.

Alle erwähnten Ursachen sind als mögliche Risikofaktoren für die Ausbildung von Schwierigkeiten im Rechnen zu sehen, keinesfalls als zwingende Auslöser. Sichere Aussagen über Ursachen von Rechenschwierigkeiten kann man derzeit keine machen. Außerdem sind sämtliche Risikofaktoren als „multifaktorielles Bedingungsgeflecht“ (Beyerlein, 1998, S.7) zu sehen. Die verschiedenen Ursachen bedingen sich gegenseitig und werden demnach kumulativ wirksam.

## 7. Die Bedeutung der Sprache in der Mathematik

Sprache und Mathematik hängen zusammen. Dieses Kapitel zeigt, inwiefern die Mathematik auf Sprache zurückgreift bzw. wie sehr die Mathematik Sprache braucht.

„Die sprachlichen Fähigkeiten eines Kindes sind beim Mathematiklernen bedeutsam, da sie zum einen für den Mathematikunterricht, zum anderen aber auch beim Aufbau mathematischen Wissens notwendig sind.“ (Schmitman, 2007, S.93)

Wenn man die Bedeutung der Sprache in der Mathematik darstellt, kann man zum einen die didaktische Perspektive einnehmen und die sprachlichen Herausforderungen beschreiben, die der Mathematikunterricht in sich birgt. Zum anderen kann man aus der fachlichen Perspektive die sprachlichen Anteile mathematischen Wissens bzw. mathematischer Fähigkeiten hervorheben. Es wird an der Stelle schwierig, die beiden Perspektiven voneinander zu trennen, wo sich fachdidaktische Aspekte aus den fachlichen Inhalten ergeben. Dennoch sollen zur besseren Übersicht beide Perspektiven einzeln aufgeführt werden. Wo es angebracht ist, werden Verweise auf die jeweils andere Perspektive vorgenommen.

### 7.1. *Fachliche Perspektive*

Mathematische Gegenstände sind meist abstrakt. Es braucht Sprache bzw. Symbole, um sie darzustellen (vgl. Maier 1986, hier nach Niederdrenk-Felgner, 2000, S.4). Auf diese (lernerschließende) Funktion von Sprache in der Mathematik wird im Kapitel 7.2 noch näher eingegangen.

Sprache ist in der Mathematik vor allem dann von zentraler Bedeutung, wenn es um die Definition und Verwendung von Fachtermini oder um die Beschreibung von Operationen geht. Dabei ist die mathematische Fachsprache äußerst verdichtet. Das heißt, es werden nur solche Informationen ausgedrückt, die für das Verstehen von unmittelbarer Wichtigkeit sind. Beispielsweise sind mathematische Sätze äußerst knapp und präzise dargestellt. Bei der Verwendung von Fachtermini bedient sich die Mathematik zum einen anderer Sprachen, zum Beispiel *Addition*, *Multiplikation*, *Quotient* usw. Zum anderen werden solche Wörter als Fachtermini verwendet, welche sowohl in der Fachsprache als auch in der Alltagssprache Bedeutung tragen. In der Fachsprache geht die Referenz jedoch entweder über die alltags-

sprachliche Bedeutung hinaus oder ist enger gefasst. Ein Kind muss beispielsweise lernen, dass in der Mathematik die Relation *größer - kleiner* einen anderen Vergleich meint als im Alltag. In der Mathematik bezieht sich *größer - kleiner* auf die Menge, alltagssprachlich auf die äußere Form.

Die mathematischen Fachwörter stammen aus unterschiedlichen Wortarten (vgl. Schmitman, 2007, S.80). So verweisen Nomen, wie zum Beispiel *Vorgänger* und *Nachfolger* auf Objekte und Adjektive wie zum Beispiel *größer* und *kleiner* auf Relationen oder Eigenschaften. Auch werden in der Mathematik Handlungen beschrieben. Dies geschieht in Form von Verben, zum Beispiel *hinzutun* oder *wegnehmen*. Relationale Begriffe, wie *größer - kleiner*, Konjunktionen, wie *und - oder*, Präpositionen, wie *unter, über, vor, nach, zu*, und Adverbien der Raumlage, wie *hinter, vorwärts, rückwärts, oben, unten, rechts, links* sind, von vielen Autoren beschrieben, in der Mathematik besonders bedeutsam. Präpositionen drücken beispielsweise aus, wie Objekte im Raum wahrgenommen werden. Sprache bedingt in Form von Raumlagebegriffen den Bezugspunkt zum eigenen Körper (vgl. Beyerlein, 1998, S.8). Raumlagebegriffe „sind unabdingbare Voraussetzungen (Teilleistungen) für simultane und gliedernde Mengenerfassung und damit für den Aufbau der Zahlvorstellungen.“ (ebd.) Zum anderen können Präpositionen unterschiedliche Operationen anzeigen: *Ergänze zu* und *ergänze auf* meinen zwei verschiedene mathematische Operationen (vgl. Lorenz 1994 in Nolte, 2000, S.47)<sup>6</sup>. Die Bedeutung der Präpositionen in Bezug auf den Erwerb mathematischer Konzepte bleibt jedoch insgesamt sehr allgemein beschrieben. Es ist nicht auszumachen, in welcher spezifischen Art und Weise Raumlage- und Relationsbegriffe die mathematische Konzeptbildung beeinflussen. Dennoch sind sie für das mathematische Lernen von Bedeutung. Krajewski benennt deshalb pränumerische Fähigkeiten, wie den Umgang mit Raumlagebegriffen, als unspezifischen Faktor bei der Ausbildung von Rechenfähigkeiten. Beyerlein gibt an, dass die Sicherheit in der Verwendung von Oberbegriffen und Begriffen zur Unterscheidung von Eigenschaften und Anzahlen wie *größer-kleiner, mehr-weniger, kürzer-länger, eckig-rund* und *offen-zu* eine wichtige Fähigkeit im ersten Schuljahr für das mathematische Lernen ist (Beyerlein, 1998, S.10).

---

<sup>6</sup> Auf diesen Bedeutungsunterschied wird später noch vertiefter eingegangen.

Eine andere sprachliche Fähigkeit innerhalb der Zahlbegriffsentwicklung und Teil des Spracherwerbs ist der Erwerb der Zahlwortreihe. In Kapitel 4 habe ich dargestellt, dass bei der Verarbeitung von Zahlen auch die Sprachregionen im Gehirn beteiligt sind. Das „Triple Code Modell“ zeigt, dass es ein eigenes sprachliches Modul gibt, welches die Zahlwortformen repräsentiert und verarbeitet. Darüber hinaus, werden die Zahlwörter mit Bedeutung gefüllt. Hier kommen die verschiedenen Zahlaspekte zum Tragen. Außerdem gibt das Teil-Ganzes-Konzept semantische Informationen her, indem eine Zahl wiederum aus anderen Zahlen bestehen kann. Die Zusammensetzung einer Zahl durch die verschiedenen Zahlaspekte und durch andere Zahlen ist ähnlich zu sehen wie die Konstituierung eines sprachlichen Begriffes durch seine semantischen Merkmale. Genauso wie sprachliche Begriffe durch semantische Merkmale aufgebaut werden, entsteht der Begriff einer Zahl.

## **7.2. Fachdidaktische Perspektive**

„Das Feld der Mathematik wird für Kinder in starkem Maße mit Hilfe der Sprache erschlossen.“ (Wendt, 1997, S.47) Die Sprache hat in der Mathematik bzw. im Mathematikunterricht zunächst die Funktion der Lernalterschließung. Zur lernalterschließenden Funktion von Sprache im Mathematikunterricht gehört zum Beispiel das Verstehen bzw. das Entdecken von Rechenaufträgen in Textaufgaben. Dazu kommt die begriffsbildende Funktion der Sprache, auf die ich im Kapitel 7.1 schon etwas eingegangen bin: Theoretisches Wissen lässt sich nur über Sprache aus Modellen ableiten (vgl. Maier, 2006, S.15). Das heißt, die sprachliche Definition bringt letztlich das mathematische Wissen hervor. „Der Sprache kommt auf allen drei Stufen der Problembearbeitung große Bedeutung zu: der Problemerkennung, der Problemlösung und der Darstellung des Ergebnisses.“ (Maier/Schweiger 1999, hier nach Maier, 2006, S.15) Mathematische Probleme können dabei auf drei unterschiedlichen Repräsentationsebenen dargestellt werden: auf der enaktiven Ebene, auf der ikonischen Ebene und auf der symbolischen Ebene (Ebenen nach Bruner 1971, hier nach Schmitman, 2007, S.70). Anhand dieser Ebenen kann man den Aufbau mathematischen Wissens bzw. das Verständnis für Operationen gut nachvollziehen: Zunächst verfolgt ein Kind auf der Handlungsebene eine mathematische Operation bzw. nimmt sie sogar selbst vor. Es kann beispielsweise von fünf realen Schokoladenstücken zwei aufessen. Dann sieht das Kind, dass nur noch drei Schokoladen-

stückchen auf dem Teller liegen. Begreift es diesen Vorgang, wird es diese Operation auch bald auf bildlicher Ebene nachvollziehen können. Es malt dann fünf Schokoladenstückchen und streicht zwei durch, oder malt Pfeile, die andeuten, dass zwei Schokoladenstückchen aufgegessen werden. Bald wird es auf rein symbolischer Ebene diese Operation aufschreiben und lösen:  $5-3=2$ . Anhand des Übergangs von der enaktiven zur symbolischen Ebene wird deutlich, dass der sprachliche Anteil immer mehr zunimmt. „Die Anforderungen an Sprache als Mittel der Verständigung sind abhängig von der Informationsanreicherung durch den situativen Kontext.“ (Nolte, 2000, S.39) Die Handlungsebene braucht kaum Sprache, weil die Manipulation direkt an den Objekten geschieht bzw. der Kontext sehr reichhaltig an Informationen ist. Neben der Sprache gibt es viele andere Informationen, die die Deutung der Situation und das Abrufen von Wissen erleichtern. Die Sprache kommt hier zusätzlich zur Handlung dazu und begleitet die Einsichten, die aus dem unmittelbaren Erfahren der Handlung hervorgehen.

Auf der bildlichen Repräsentationsebene der Gegenstände braucht es schon mehr Sprache, da die mathematischen Informationen verkürzt übermittelt werden. Sprache ist ein wichtiges Mittel zur Fokussierung der Aufmerksamkeit und zur Verkürzung der Übermittlung von Informationen (vgl. ebd. S.40). Mit Hilfe von Sprache beschreibt das Kind für sich oder andere, was mit der Menge geschieht, dass das Durchstreichen beispielsweise ein Wegnehmen bedeutet. Sprache ist auf der ikonischen Ebene auch deshalb notwendig, weil Bilder mehrdeutig sein können. Auch der Aspekt, dass sich das Kind an die konkrete Operation erinnern muss, birgt einen hohen sprachlichen Anteil. Jedoch ist der Informationsgehalt von Bildern immer noch reichhaltiger als reine Symbolik. Auf der symbolischen Ebene wird Sprache nicht mehr durch andere Informationen, wie zum Beispiel die konkrete Handlung oder das Bild dazu, gestützt. Es herrscht die größtmögliche Abstraktion und Knappheit an Informationen. Die symbolische Ebene verlangt deswegen den größten sprachlichen Anteil. Anders ausgedrückt: Die Gleichung spricht nicht für sich. „Die symbolische Darstellung ist am weitesten von konkreter sensorischer Erfahrung entfernt. Sprachliche Aussagen sind dann allaussagend über einen Aspekt, zum Beispiel den Anzahlbegriff oder die Herstellung von Verknüpfungen oder Relationen.“ (ebd., S.43) Die verschiedenen Zeichen mathematischer Symbolsprache haben keinen Bezug mehr zur real konkreten Situation, referieren aber auf Begriffe der Realität (vgl. ebd., S.42). Ohne

sprachliche Durchdringung kann die Gleichung nicht verstanden werden. Die symbolische Darstellung ist nur dann bedeutungshaltig, wenn sie mit Sprache gefüllt wird. Konkret heißt das, dass das Kind hat erst dann die Operation verstanden hat, wenn es (sprachlich) erklären kann, was hinter der Gleichung steht.

Man kann dann von operationalem Verstehen sprechen, wenn ein Kind die zahlsymbolischen Inhalte in Sprache und die sprachlichen Inhalte in konkrete Handlungen übersetzen kann, bzw. auch in umgekehrter Reihenfolge (vgl. Schmitman 2007, S.85). Die Erkenntnisse der vorigen Ebenen sind wichtig für das Verständnis auf der symbolischen Ebene.

Insgesamt wird deutlich, dass mathematisches Lernen nicht ohne Sprache auskommt. Je mehr die enaktive und ikonische Ebene mit Sprache angereichert werden, desto besser gelingt auch das Verstehen auf der symbolischen Ebene. Die sprachliche Anreicherung ist somit Aufgabe eines Mathematikunterrichts, der auf Verstehen zielt.

## **8. Schwierigkeiten spracherwerbsgestörter Kinder beim Erwerb mathematischer Konzepte**

Die lernerschließende Funktion von Sprache wird im Mathematikunterricht oft zu selbstverständlich hingenommen (vgl. Wendt, 1997, S.47). Wenn die Sprache in ihrer Bedeutung im Mathematikunterricht nicht angemessen beachtet wird, so Wendt, können mathematische Lernstörungen verdeckt werden, die sprachlichen Ursprungs sind. „Eine erste Lernirritation beim Rechnen lernen kann auch durch sprachliches Mißverstehen oder Nicht-Verstehen ausgelöst werden und sich im weiteren Verlauf zu einer Rechenstörung verdichten.“ (ebd.) Auf ein Nichtverstehen reagieren Kinder oft mit Ersatzstrategien. Diese machen es aber schwer, das ursprüngliche sprachliche Verständnisproblem zu erkennen. „Die Fehleranalyse des Einzelfalls muß aber den Sprachaspekt mit einbeziehen, da die Möglichkeit besteht, daß das Kind von ihm her Fehlstrategien entwickelt, denn kommunikative Störungen können Rechenstörungen hervorrufen oder verstärken. Und umgekehrt kann der kommunikative Prozeß eine erfolgreiche Prophylaxe von Lernstörungen sein.“ (ebd.)

Dass Rechenschwierigkeiten auch auf eine beeinträchtigte Sprachentwicklung zurückgehen können, lässt sich darin begründen, dass das Zahlen- und Rechenverständnis im Wesentlichen von den Zählfertigkeiten beeinflusst wird. Das Erlernen der Zahlwortreihe ist wiederum abhängig vom Spracherwerb (vgl. Kaufmann/Handl/Delazer, 2005, S.180). Störungen der Sprachentwicklung können also die Entwicklung mathematischer Fähigkeiten erschweren.

In diesem Kapitel geht es um den Kern dieser Arbeit, nämlich um die Frage, inwieweit eine gestörte Sprachentwicklung den Aufbau mathematischer Konzepte und Fähigkeiten blockieren kann.

Bei der Unterteilung von drei Subtypen von Rechenstörungen durch von Aster (vgl. von Aster, 2005, S.23) wird deutlich, dass es Rechenschwierigkeiten gibt, die auf grundlegende sprachliche Störungen zurückgehen. Dabei ist anzumerken, dass für die Förderung weniger die Einordnung in einen bestimmten Typus bedeutend ist, als das Ergründen der unterschiedlichen Probleme: Die erste Gruppe von Kindern zeigt Schwierigkeiten, welche in einem unvollständigen Zahlenverständnis begründet liegen. Wiederum gibt es Kinder, die zwar über einen ausgefüllten Zahlbegriff verfügen, aber insbesondere beim Kopfrechnen, Abzählen und Rückwärtszählen Probleme haben. Eine dritte Gruppe, vor allem mehrsprachig aufwachsende Kinder, zeigt Schwierigkeiten beim Lesen arabischer Ziffern, indem es zu vielen Zahlendrehern kommt. Für die zweite Gruppe gibt von Aster an, dass von diesen Kindern 50% auch Sprachprobleme (inklusive Probleme beim Erwerb der Schriftsprache) hatten. Dabei sind Schwächen bei der Verarbeitung sprachlicher Informationen und im verbalen Gedächtnis zu verzeichnen (vgl. Donczik, 2001, S.204).

Vermutlich aber zeigen die sprachlich auffälligen Kinder nicht nur ausschließlich Schwierigkeiten beim Kopfrechnen oder können die arabischen Ziffern nicht richtig lesen, sondern bilden aufgrund von fehlenden Begriffen auch das Zahlkonzept nicht vollständig aus. Insofern könnten Kinder, die im semantischen Bereich auffällig sind, auch dem ersten Subtyp zugeordnet werden.

Im Folgenden soll sowohl auf solche Rechenstörungen eingegangen werden, die auf Schwächen in der auditiven Wahrnehmung und ungenügenden Gedächtnisleistungen beruhen, als auch auf solche, die aus Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb hervorgehen. Diesen zuletzt genannten



Schwierigkeiten soll vor allem Aufmerksamkeit gewidmet werden. Es ist jedoch anzumerken, dass auch Schwächen in der auditiven Wahrnehmung dazu führen, dass Begriffe nur unzureichend aufgebaut werden können. Semantische Schwierigkeiten sind schließlich die Folge.

### **8.1. Der Einfluss von auditiven Wahrnehmungs- und Gedächtnisstörungen**

Ähnlich wie von Aster unterscheiden Strang und Rourke (1983) zwei Arten von Rechenschwäche (hier nach Nolte, 2000). Die eine Gruppe rechenschwacher Kinder zeigt Probleme im visuell-räumlichen Wahrnehmungsbe- reich. Bei der anderen Gruppe sei die Rechenschwäche auf eine auditive Merkfähigkeitsstörung zurückzuführen. Diese Gruppe zeige zudem Lese- Rechtschreibschwierigkeiten. Deswegen unterschieden Strang und Rourke zwischen Störungen in der verbalen und nonverbalen Konzeptbildung (ebd., S.21). Beeinträchtigungen von auditiven Gedächtnisfunktionen, die Schwä- chen in der Wahrnehmung der Reihenfolge von Lauten mit sich bringen, füh- ren vor allem beim Verstehen komplexer Zahlwörtern zu Schwierigkeiten (vgl. Schmitman, 2007 S.126). Zahlwörter unterscheiden sich oft nur in we- nigen Lauten, zum Beispiel *sechzehn* und *sechzig*. Hier ist eine hohe Diffe- renzierungsleistung notwendig, die Kinder mit auditiven Wahrnehmungs- schwächen kaum aufbringen können. Gerade größere Zahlen brauchen eine genaue akustische Durchgliederung, um sie richtig zu verstehen (vgl. Nolte, 2000, S.57). Die Wahrnehmung der richtigen Reihenfolge von Wortteilen ist in der mathematischen Sprache ebenfalls von großer Wichtigkeit. In der All- tagssprache kann die Reihenfolge der Wörter unwesentlich sein. In der Ma- thematik ist die Reihenfolge jedoch bedeutsam, zum Beispiel *hun- dert(und)eins* und *ehnhundert* oder *dreihundertsieben* und *siebenhundertdrei*. Die Serialität ist fundamental für die Reihenfolgebildung von Zahlen und die Entwicklung des Stellenwertbegriffes und ohne eine Vorstellung über die Reihenfolge kann sich der Zahlbegriff nicht vollständig entwickeln (vgl. ebd., S.55). Die kleinen sprachlichen Unterschiede in den Zahlwörtern machen auf Stellenwertebene einen großen Bedeutungsunterschied. „Sprachrezepti- on verlangt bei verschiedener syntaktischer Oberflächenstruktur gleichen semantischen Gehalt zu konstatieren, oder bei geringfügig verschiedener syntaktischer Struktur Bedeutungsunterschiede festzustellen.“ (ebd., S.26) In der Mathematik sind die Feinheiten der Sprache von großer Bedeutung.

Der geringfügige Unterschied in *hundert(und)eins* und *ehnhundert* erzeugt eine ganz andere Aussage, eine andere Zahl. Um das Gedächtnis zu entlasten wird Sprache im Alltag jedoch in Form eines „Mustererkennungsprozesses“ verarbeitet (vgl. ebd., S.46). Das heißt, dass nicht alle Wörter und alle Differenzierungen erkannt werden müssen, um Sprache zu verstehen. Beispielsweise werden Sprachzeichen vom Hörer schon sehr früh gedeutet, wenn der Sprecher seine Intention noch gar nicht vollständig wiedergegeben hat (vgl. ebd., S.30). Zusätzliche paraverbale Informationen wie Prosodie, Gestik und Mimik unterstützen zudem die verbale Aussage. So kann der Sinn der Worte erfasst werden, ohne dass alle Worte verstanden werden müssen. Jedoch kann dieses Verstehen fehlerträchtig sein. Kinder mit auditiven Wahrnehmungsschwächen und Einschränkungen der akustischen Gedächtnisleistungen verarbeiten Sprache jedoch ausschließlich in einem Mustererkennungsprozess, indem sie nicht alle syntaktischen und lautlichen Unterschiede wahrnehmen. „Bei beeinträchtigter Sprachrezeption ist Sprachentschlüsselung stärker ein Mustererkennungsprozess, bei dem überprüft werden muss, welches Konzept gemeint sein könnte.“ (ebd., S.237) Als Folgen werden die selektive Aufmerksamkeit gebunden und die Schnelligkeit der Sprachverarbeitung reduziert. Es wurde bereits erläutert, dass die eingeschränkte Aufmerksamkeit dazu führt, dass Informationen nur oberflächlich verarbeitet werden und (mathematische) Konzepte deswegen nur unzureichend aufgebaut werden können. Besonders in der Mathematik führt ein reiner Mustererkennungsprozess zu Schwierigkeiten, weil oft nur wenige kleine Wörter (Funktionswörter) einen wesentlichen Unterschied in der Aussage machen. Nolte führt dazu ein Beispiel von Lorenz (1994) an: „Ergänze **zu den** folgenden Zahlen 1000...“ „Ergänze **die** folgenden Zahlen **auf** 1000.“ (Nolte 2000, S.47)<sup>7</sup> Die Funktionswörter *zu den* und *die...auf* machen den Unterschied zwischen einer Addition und Subtraktion aus. In anderen Kontexten ist Sprache viel reichhaltiger und enthält viele nebensächliche Informationen, die nicht alle verstanden werden müssen. Da mathematische Sprache jedoch durch einen hohen Grad an Knappheit bzw. sprachlicher Verdichtung geprägt ist, führt hier ein Mustererkennungsprozess schnell zu Fehlannahmen. Stattdessen müssen so viele Wörter und Details wie möglich verstanden werden, damit mathematisches Verstehen und der Aufbau

---

<sup>7</sup>

Auf dieses Beispiel wird im Kapitel 8.2 noch einmal eingegangen.

mathematischer Konzepte erfolgen kann (vgl. ebd.). Dies gilt sowohl für die auditive als auch für die visuell-schriftsprachliche Modalität.

Nicht nur beim Verstehen und Speichern komplexer Zahlwörter oder bedeutungsunterscheidenden Funktionswörtern im Kontext von komplexen Aufgabenstellungen brauchen Sprachverarbeitungsprozesse eine ausreichende Kapazität des Gedächtnisses. Auch bei der Automatisierung von Grundaufgaben und beim Kopfrechnen, wenn Zwischenergebnisse gespeichert werden müssen, ist eine genügend große Gedächtniskapazität notwendig. Im Kapitel 4.1 wurde bereits dargestellt, dass auswendig gelernte Grundaufgaben in sprachlichen Arealen des Großhirns repräsentiert werden. Kinder, die aufgrund von Beeinträchtigungen der auditiven Gedächtnisfunktionen Schwierigkeiten haben, Grundaufgaben zu automatisieren, können kaum oder gar keine Rechenstrategien erwerben. Strategien wie das Fastverdoppeln bauen auf auswendig gelernte Ergebnisse auf. Wenn ein Kind beispielsweise Aufgaben wie  $9+9=18$  nicht verinnerlichen kann, wird es große Schwierigkeiten haben, die Aufgabe  $9+8$  zu rechnen. Kinder mit Rechenstrategien rechnen die Aufgabe, indem sie zunächst auf die Verdopplung der 9 als verinnerlichtes Ergebnis zugreifen und dann 1 abziehen. Kinder mit eingeschränkten Gedächtnisfunktionen werden eine solche Aufgabe vermutlich zählend lösen, was wiederum das Gedächtnis stark belastet und zu Fehlern führt. Bei der Subtraktion spielt das Gedächtnis eine besonders wichtige Rolle, weil die Ausgangsmenge durch das Wegnehmen verändert wird (vgl. Nolte, 2000, S.40). Im Gedächtnis muss die Ausgangsmenge durch das Weggenommene ergänzt werden. Eine andere wichtige sprachliche Gedächtnisleistung im Mathematikunterricht, die bei Kindern mit auditiven Wahrnehmungsstörungen eingeschränkt ist, ist das Speichern des semantischen Gehalts sowie die Zahlenwerte beim Lösen von (mündlichen) Sachaufgaben.

Zum Zusammenhang von Rechenschwäche und auditiven Wahrnehmungsschwächen führte Donczik (2001) eine Untersuchung mit 75 rechenschwachen Kindern im Alter von 8 bis 15 Jahren durch. Er erfasste die Daten hinsichtlich verbaler und visueller Lern- und Gedächtnisleistungen mittels seiner Lerntestbatterie „Luria 90“, für welche schon eine Normierung existierte. Dabei wurden das verbale Kurzzeitgedächtnis mit und ohne Interferenz, das verbale Arbeitsgedächtnis und das verbale Langzeitgedächtnis untersucht. Außerdem wurden seriale Gedächtnisleistungen und der Grad an Fehler-

wiederholungen erfasst. Die Versuchsgruppe zeigte bezüglich des verbalen Kurzzeitgedächtnisses sowohl mit als auch ohne Täuschungswörter normale Leistungen. Dagegen maß man schwächere Leistungen bei der Wiedergabe der Wörterliste aus dem Langzeitgedächtnis. Donczik erklärt dieses Ergebnis dadurch, dass die kortikale Energie für die Aktivierung frontaler Hirnstrukturen, also für den Abruf von langzeitgespeicherten Wissen, nicht ausreiche (vgl. Donczik, 2001, S.205). Auch bei der Wiederhabe von Reihenfolgen wurden schwache Leistungen gemessen. Dieses Ergebnis führt Donczik ebenfalls auf Funktionsdefizite linksfrontaler Strukturen bei der Programmierung, Steuerung und Kontrolle der Reihenfolge mathematische Operationen zurück. Die Leistung des Arbeitsgedächtnisses, welche durch das zweimalige Wiederholen der Wörterliste aus dem Kurzzeitgedächtnis gemessen wurde, war ebenfalls unterdurchschnittlich. Donczik erklärt die fehlenden Repräsentationen im Langzeitgedächtnis durch schwache Arbeitsgedächtnisleistungen. Offensichtlich ist das Lernmaterial während der Überführung ins Langzeitgedächtnis über das Arbeitsgedächtnis verloren gegangen (vgl. ebd. S.206). Beim Erheben der Kurzzeitgedächtnisleistungen unter Störeinfluss wurde ein Leistungsabfall gegenüber dem unmittelbaren störeinflussfreien Abruf aus dem Kurzzeitgedächtnis aufgefunden. Donczik stellt demnach eine Interferenzinstabilität bei Kindern mit Rechenschwäche fest. Hier sei darauf hingewiesen, dass Donczik in seinem Artikel nicht erwähnt, ob er bei der Auswahl seiner Versuchsgruppe bereits Kinder mit offensichtlichen Sprachwahrnehmungsschwierigkeiten ausgewählt hat. Wenn dem so ist, kann aus den Beobachtungen nicht geschlossen werden, dass Kinder mit Rechenschwäche generell eine Interferenzinstabilität zeigen. Diese Aussage kann dann nur für solche Kinder gelten, die neben Rechenschwierigkeiten auch eine auditive Wahrnehmungsschwäche vorweisen. Andererseits unterstützt diese Beobachtung die These, dass Kinder mit eine hohe Differenzierungsleistung aufbringen müssen, wenn sie Laute und Wörter mit einem erhöht wahrgenommenen Geräuschanteil in der aus der Umgeben verstehen wollen, wie das bei auditiven Wahrnehmungsstörungen der Fall ist. Neben den Gedächtnisdefiziten wurde in der Untersuchung auch ein vermehrtes Festhalten an Fehler gemessen. Dies sei ein Charakteristikum für Lern- und Gedächtnisdefizite bei Rechenstörungen. Donczik erklärt diese Beobachtung durch einen Mangel an Steuerung und Kontrolle präfrontaler Strukturen

im Gehirn. Damit könne sich auch die Fähigkeit zur Fehlerkorrektur nicht ausreichend entwickeln (vgl. Luria 1970, hier nach Donczik 2001, S.206).

Insgesamt konnten durch diese Untersuchung vier Gruppen rechenschwacher Kinder festgestellt werden: 30% zeigten sowohl visuell als auch verbal normale Gedächtnisleistungen. 15% der Untersuchungsgruppe können nur visuelle Lernleistungsdefizite festgestellt werden. Bei 33% waren sowohl visuelle als auch verbale Lernleistungen reduziert. Schließlich gab es die Gruppe rechenschwacher Kinder (22% der Gesamtgruppe), deren verbale Lernleistungen isoliert beeinträchtigt waren. Als Ursache für die reduzierten Lernleistungen dieser Gruppe lässt sich ein Schwund von Gedächtnisleistungen vom Kurzzeitgedächtnis über das Arbeitsgedächtnis hin zum Langzeitgedächtnis anführen (vgl. ebd. S.208). Auch das Haften an Fehlern könne damit erklärt werden.

Doncziks Schlussfolgerungen zeigt also, dass es Kinder mit Einschränkungen des verbalen Gedächtnisses gibt, welche in der Folge Schwierigkeiten beim Rechnen zeigen. Jedoch bleibt in Doncziks Ausführungen offen, wie man nach dieser Erkenntnis solche Kinder speziell fördern kann. Ohne Ableitungen für die Förderung bleiben solche Erkenntnisse unbrauchbar. Didaktische Relevanz hat jedoch die Beobachtung, dass Kinder mit auditiven Wahrnehmungsschwächen bzw. mit Einschränkungen der Gedächtniskapazität sehr sensibel auf Störgeräusche reagieren. Hieraus lassen sich direkt Konsequenzen für eine optimale Lernumgebung solcher Kinder ableiten, welche das mathematische Lernen erleichtern können.

Bis hierher wurden vor allem die Auswirkungen einer unzureichenden Kapazität des Gedächtnisses auf Lernen und Sprache beschrieben. Für den „Förderalltag“ interessant ist jedoch, dass Sprache nicht nur auf Gedächtnisprozesse angewiesen ist, sondern das Gedächtnis auch auf die Sprache. „Es besteht eine enge Verbindung zwischen Sprache und Denken, zwischen Sprachen und mathematischem Wissen und planvollem Handeln [...] Sprache ist das wichtigste Medium zur Festigung, Verarbeitung und Wiedergabe von Gedächtnisinhalten. Aus diesem Grund kann unzureichende Sprachbeherrschung zur Beeinträchtigung des Behaltens und Abrufens von Gedächtnisinhalten führen.“ (Barth, 2003, S.149) Daraus kann man schließen, dass eine Förderung der sprachlichen Fähigkeiten sich wiederum positiv auf die Leistung des Gedächtnisses auswirkt. Sprache hilft, erkannte Sachverhalte

zu benennen, sich Handlungs- und Denkmuster anzueignen, diese zu speichern und wieder abzurufen (vgl. Schmitman, 2007, S.125).

Folgendes Fallbeispiel für ein Kind mit einer auditiven Wahrnehmungsschwäche und Rechenschwäche gibt Nolte (vgl. Nolte 2000, S.95): Sabrina hat Schwierigkeiten bei der Differenzierung von Klangbildern. Sie verwechselt 299 und 399, weil *zwei* (/tsvai/) und *drei* (/drai/) sehr ähnlich klingen. 150 schreibt sie als 105 und 590 als 509. Tatsächlich klingen 105 und 150 oder 509 und 590 bei Vernachlässigung des Suffixes *–zig* gleich. Probleme bei der Lautreihenfolge zeigen sich zum Beispiel, indem Sabrina  $100+3=300$  rechnet. 103 und 300 unterscheiden sich, wenn man wenn hundert statt einhundert sagt, nur durch die Lautreihenfolge. Dass sich aufgrund der erschwerten Wahrnehmung der Lautreihenfolge auch das Verständnis für den Stellenwert nur unzureichend entwickeln kann, zeigt sich, indem Sabrina Hunderter und Einer verwechselt oder als Nachfolger von 589 die nicht existierende Zahl „*zehnhundert*“ nennt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Hauptschwierigkeiten von Kindern mit auditiven Wahrnehmungsschwächen darin liegen, ähnliche klingende Zahlen zu unterscheiden und beim Hören einer Zahl die Stellenwerte der Ziffern richtig erfassen (vgl. ebd., S.236).

## **8.2. Der Einfluss von semantischen Schwierigkeiten**

Eine beeinträchtigte Sprachrezeption hat unverkennbare Folgen für den Erwerb von (mathematischen) Konzepten (vgl. Nolte, 2000, S.235): Zunächst sind die Folgen für den sprachlichen Begriffserwerb zu nennen. Wenn Informationen aufgrund auditiver Wahrnehmungsstörungen nicht optimal aufgenommen werden können, wie bei Sabrina, kann sich kein umfassendes Begriffsverständnis entwickeln. Im Kapitel 3.2 wurde bereits beschrieben, wie sich ein gestörter Bedeutungserwerb im Spracherwerb ausprägt. Solche Schwierigkeiten können sich zudem auch bei der Entwicklung mathematischer Konzepte erschwerend auswirken.

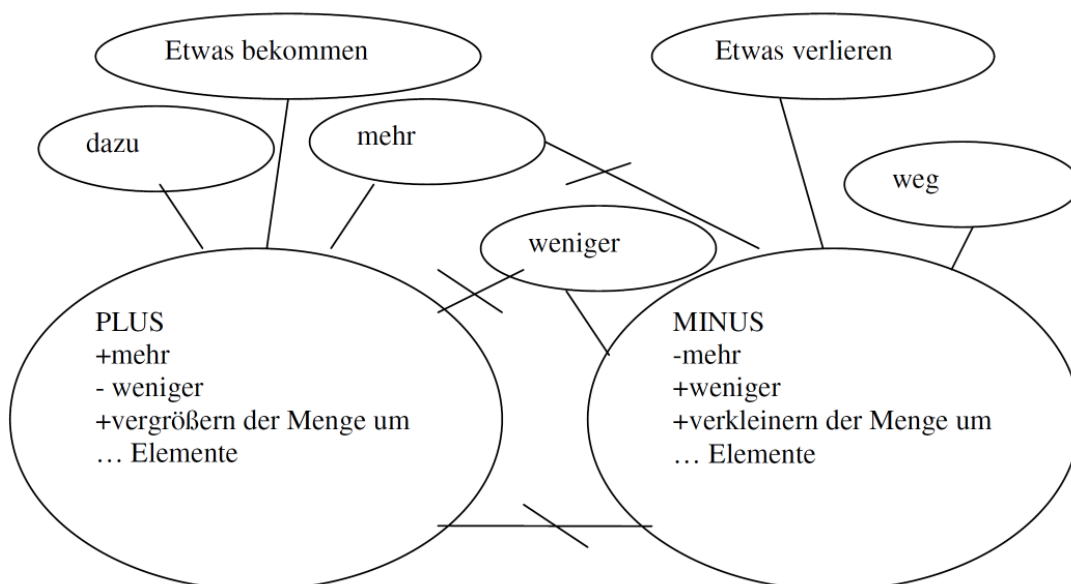
Eine andere Quelle für Lernschwierigkeiten im semantischen Bereich ist die Zahlensyntax. Gerade in den westlichen Sprachen sorgt die sprachliche Angabe von Zahlen bei Kindern mit Störungen im Spracherwerb für Verwirrungen. Die Bedeutungsentnahme ist dann oft blockiert.

## Schwierigkeiten des Begriffsaufbaus und der Begriffsvernetzung

Existieren wie bei Sabrina wichtige Begriffe wie Verdoppeln, Halbieren, Vorgänger und Nachfolger nicht, können sich auch keine Rechenstrategien entwickeln, die auf diesen Begriffen beruhen, wie zum Beispiel das Fast-Verdoppeln. Dies ist die nächste Folge einer gestörten Begriffsentwicklung, dass nur erschwert Strategien für Problemlöseprozesse ausgebildet werden können. Aber auch schon das Verständnis für mathematische Operationen kann aufgrund eines erschwerten Begriffserwerbes eingeschränkt sein: Begriffe wie *plus* und *minus* müssen sprachlich fundiert sein, damit sie auch auf operationaler Ebene verstanden werden und damit umgegangen werden kann. Sprachlich fundiert heißt, dass diese Begriffe mittels semantischer Merkmale ausreichend gefüllt und mit anderen Begriffen verknüpft sind.

Die folgende Graphik ist ein vereinfachter Versuch der Darstellung, wie die Begriffe plus und minus im mentalen Lexikon semantisch repräsentiert sein könnten. Unter den Begriffen stehen semantische Merkmale, die für die jeweiligen Begriffe entweder positiv (+) oder negativ (-) spezifiziert sind.

**Abbildung 3: Semantische Repräsentation von plus und minus**



Quelle: Eigene Darstellung

In der Graphik wird deutlich, dass für das Verständnis von operationalen Begriffen auch die Vernetzung zu die mathematische Handlung beschrei-

benden Verben wichtig ist. Um zu verstehen, was plus bedeutet, muss ein Kind diesen Begriff mit zulegen, dazutun, hinzufügen, zusammentun usw. verbinden. Existieren solche Begriffe nicht bzw. gelingt die Vernetzung nicht, ist das Verständnis für mathematische Handlungen erschwert. „Schwierigkeiten beim Verständnis operativer Zusammenhänge [...] können im Zusammenhang stehen mit Verwechslung der Operationszeichen, aber auch mit einem ungesicherten passiven Wortschatz: Unverständnis für Verben des Zulegens bzw. des Wegnehmens, Verminderns, Abziehens.“ (Beyerlein, 1998, S.11)

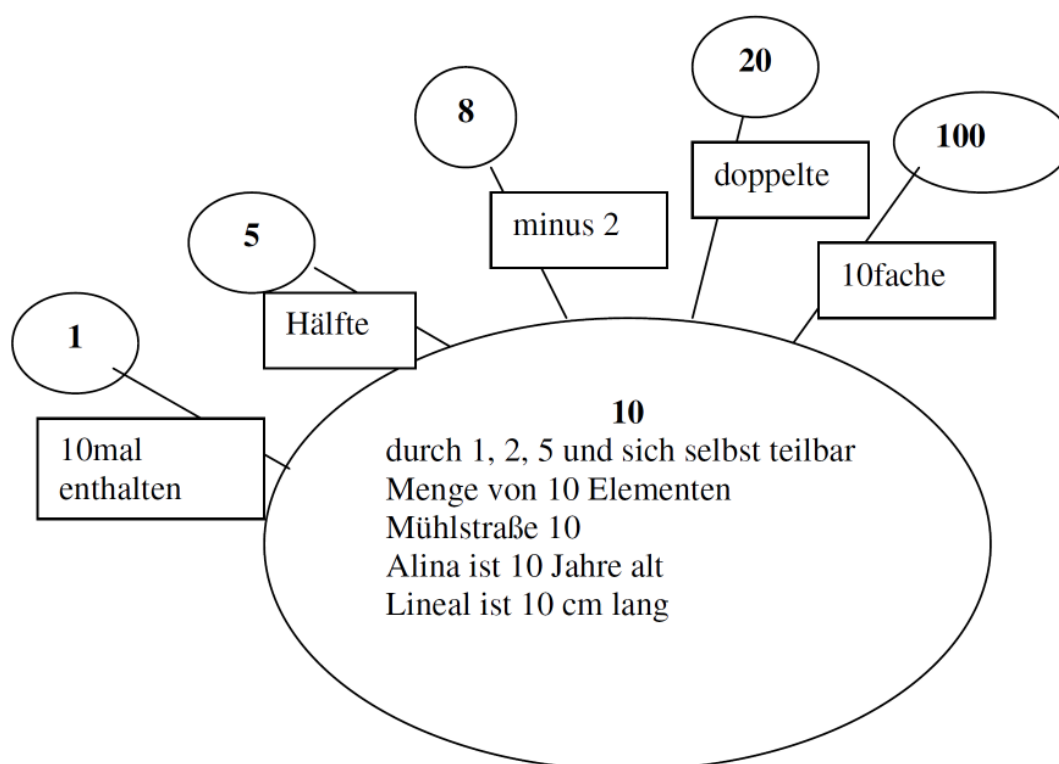
Mit Sprachentwicklungsstörungen, deren Störungsschwerpunkt in der Semantik liegt, sind häufig auch Wortzugriffsschwierigkeiten verbunden, obwohl dafür ein Eintrag im mentalen Lexikon vorliegt. Solche Schwierigkeiten haben zur Folge, dass der situative Abruf von Bezeichnungen und Konzepten, in die neue Informationen eingebettet werden sollen, nicht gelingt (vgl. Nolte, 2000, S.235), obwohl der gesuchte Begriff eigentlich im mentalen Lexikon existiert. Die semantische Vernetzung bzw. die Bezüge zwischen verschiedenen Konzepten, welche für die Entwicklung von Problemlösestrategien von unmittelbarer Bedeutung ist, können dann nicht aufgebaut werden. Andere Auswirkungen von Problemen im situativen Wortzugriff sind die, dass Anweisungen zur Durchführung von Arbeiten nicht verstanden werden, besonders dann, wenn diese an die Gruppe gerichtet sind, dass Hilfen, die an die Klasse gegeben werden, nicht verstanden und somit angenommen werden (vgl. ebd., S.236).

Diese Folgen sind erst recht dann zu erwarten, wenn der gesuchte Begriff noch gar nicht im mentalen Netzwerk existiert. „Müssen Konzepte erst gebildet werden, ist die Entwicklung von reichhaltigen, internen Repräsentationen mit vielfältigen Bezügen zu bereits erworbenem Wissen in Frage gestellt.“ (ebd., S.238) Bezüge zwischen Konzepten und Gemeinsamkeiten von Strukturen sind wesentlich für die Entwicklung des semantischen Netzwerkes und damit eine Voraussetzung dafür, dass Transferleistungen ausgeübt werden können. Für den Zahlenraum bis 100 müssen beispielsweise Transfers aus dem Zahlenraum bis 20 herangezogen werden. Nur sehr mühsam kann der erweiterte Zahlenraum erschlossen werden, wenn zwischen diesem und dem Zahlenraum bis 20 keine Bezüge hergestellt werden können. Eine Vorstellung vom Zahlenraum entwickelt sich, indem Bezüge zwischen verschiedenen Zahlen geschaffen werden. Die interne, semantische Reprä-



sensation einer Zahl lässt sich analog zum semantischen Netzwerk im mentalen Lexikon vorstellen. Wenn eine Zahl zu anderen Zahlen in einem bestimmten Bezug steht, entsteht ein Netzwerk. Die Eigenschaften einer Zahl und ihre Verbindungen zu anderen Zahlen macht ihre spezifische Bedeutung und Stellung im Zahlenraum aus. In der folgenden Graphik sei dies vereinfacht dargestellt.

**Abbildung 4: Zahlvernetzungen**



*Quelle: Eigene Darstellung*

Die Graphik zeigt, dass Zahlen aus anderen Zahlen bestehen, bzw. dass die Bedeutung einer Zahl durch andere Zahlen hergestellt wird. Hier sind verschiedene Zahlen in ihrer Verbindung zur 10 dargestellt. Beispielsweise ist die 5 dadurch definiert, dass sie die Hälfte der 10 ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Herstellen von Bezügen zwischen Begriffen oder Zahlen eine wichtige Voraussetzung dafür bildet, dass Strategien wie zum Beispiel die Transferbildung genutzt werden können. Ist aufgrund semantischer Schwierigkeiten die Fähigkeit beeinträchtigt, Beziehungen und Vernetzungen herzustellen, gelingen Strategien, die auf Analo-

gien und Bezügen beruhen, nur schwer. Tatsächlich zeigen rechenschwache Kinder oft Schwierigkeiten dabei, Strukturen und Beziehungen zu entdecken (ebd. S.239).

Als Beispiele für Kinder, bei denen die Begriffsbildung und deswegen auch die mathematische Konzeptbildung eingeschränkt sind, beschreibt Schmitman Brintha und Gülsah (vgl. Schmitman, 2007, S.129 und 132), welche beide Deutsch als Zweitsprache lernen. Brintha (wahrscheinlich fünf oder sechs Jahre alt) zeige Schwierigkeiten im Sprachverständnis und im Bedeutungserwerb. Sie frage wenig nach, was dafür spricht, dass ihr Strategien der Wortschatzerweiterung fehlen. Vor allem der Bereich der Präpositionen sei kaum ausgebildet. Aber auch relationale Begriffe wie *viel* und *wenig* verstehe Brintha nicht. Ihr gelinge es nicht, den Vorgänger und Nachfolger von Zahlen zu nennen, vermutlich, weil ihr auch diese Begriffe fehlen. Auf dem Gebiet der Zählentwicklung befinde sich Brintha auf dem *unbreakable chain level*. Weitere Schwierigkeiten habe sie mit dem Kardinalzahl- und Eindeutigkeitsprinzip. Schmitman fasst zusammen, dass Brintha der Aufbau mathematischen Wissens deswegen schwer falle, weil ihr die sprachlichen Mittel fehlen. Beispielweise versucht sie auf die Frage, welche Zahl größer ist, den Größenunterschied der Kärtchen zu ermitteln, auf denen jeweils eine Zahl steht.

Gülsah, sechs Jahre alt, habe Schwierigkeiten beim Zahlbegriffserwerb und zeige ebenfalls Einschränkungen im Bedeutungserwerb. Ihr fehlen vor allem Präpositionen und relationale Begriffe.

Als ein weiteres Beispiel für gleichzeitige mathematische und semantische Schwierigkeiten beschreibt Nolte Marcel (vgl. Nolte, 2000, S.228): Marcel verstehe nur Fragmente von Sätzen, was aber nicht auf eine gestörte auditive Komponente zurückzuführen sei. Er habe Probleme mit grundlegenden Begriffen, wie zum Beispiel *gleichviel*. Zu symbolischen Darstellungen von Operationen könne er keine Vorstellung abrufen. Vermutlich sind seine sprachlichen Repräsentationen im semantischen Netzwerk nicht ausreichend gefüllt und vernetzt, wenn er einer symbolischen Darstellung wie einer Gleichung keine sprachlichen Begriffe zuordnen kann. Außerdem könne er Zahlen nicht nach der Größe bzw. Reihenfolge ordnen. Dies spricht dafür, dass er über größer und kleiner keinen erweiterten Begriff verfügt.

An diesen Fallbeispielen soll deutlich werden, dass Schwierigkeiten im Zahlbegriffserwerb mit semantischen Störungen einhergehen können, welche den Aufbau mathematische Konzepte einschränken.

Fehlen für das mathematische Verstehen grundlegende Begriffe wie räumlich-zeitliche Präpositionen (*auf, über, unter, an bei, in, vorher, nachher, um vor, zwischen*) oder komparative Relationen (*nah, fern, kurz, lang, größer, kleiner, mehr, weniger*) können Schwierigkeiten beim Erwerb des Zahlbegriffs auftreten. Raumlagebegriffe sind nach Peter-Koop und Grübing (2007) nicht nur für die geometrische Orientierung sondern auch für die Orientierung im Zahlenraum grundlegend.

Andere wesentliche Begriffe sind kausale Relationen (*wenn, dann, weil, daher*) und ein- und ausschließende Relationen (*alle, manche, keiner, irgendeiner, alle außer, weder...noch*) (vgl. Nolte, 2000, S.46). Als ein Beispiel, wie wichtig solche Funktionswörter beim Verstehen von mathematischen Kontrasten sind, wurde bereits im Zusammenhang mit auditiven Wahrnehmungsstörungen und ihren Auswirkungen auf das mathematische Verstehen das folgende Beispiel von Lorenz genannt. Es soll hier im Kontext der semantischen Schwierigkeiten noch einmal aufgeführt werden: „Ergänze **zu** den folgenden Zahlen 1000...“ „Ergänze **die** folgenden Zahlen **auf** 1000“ (vgl. ebd. S.47). Kinder, die nicht über ausreichende präpositionale Kontraste verfügen, werden den wesentlichen Unterschied, welcher durch *zu* und *auf* ausgedrückt wird, nicht verstehen und dementsprechend Schwierigkeiten beim Unterscheiden von Addition und Subtraktion zeigen. Da gerade in mathematischen Kontexten Sprache äußerst knapp und verdichtet ohne viele zusätzliche Informationen verwendet wird, haben vor allem Kinder mit Sprachverständnisschwierigkeiten aufgrund eines semantischen Schwerpunkts einer Sprachentwicklungsstörung Nachteile. Sie sind eigentlich auf reichhaltige und viele nebensächliche Informationen angewiesen, um den Inhalt zu verstehen.

Einen anderen Gesichtspunkt von Verständnisschwierigkeiten für Kinder mit semantischen Schwächen bergen diejenigen Fachwörter in der Mathematik, welche in der Alltagssprache anderes verwendet werden. Hier sei wieder auf die relationalen Wörter *größer* und *kleiner* hingewiesen, aber auch auf Begriffe wie *kürzen* oder *gleich*. Mit *gleich* wird alltagssprachlich eine identische äußere Form verbunden. In der Mathematik meint *gleich* jedoch eine Menge von identischer Größe. Möglicherweise verbinden Kinder mit eingeschränk-

ten semantischen Fähigkeiten mit *gleich* jedoch eine Zahl, die von der Form her gleich aussieht. Ein ähnliches Problem tritt auf, wenn bei der Relation *größer–kleiner* die Formgröße verglichen wird. Ein Kind, das diese mathematische Relation entweder aufgrund des Alters noch nicht oder aufgrund semantischer Einschränkungen nicht begriffen hat, würde beispielsweise meinen, dass **2** größer ist als **5**, wenn man die Zahlen in dieser Art und Weise präsentiert. *Kleiner* und *größer* bezieht sich in der Alltagssprache auf die räumliche Ausdehnung. Die **2** ist in dem Fall größer abgebildet als die **5**. In der mathematischen Fachsprache verweist diese Relation auf die Mächtigkeit einer Menge. Dort ist **2** kleiner als **5**. Werden diese Bedeutungsunterschiede nicht in geeigneter Weise im Unterricht bearbeitet, kann dies zu Lernproblemen beim Erwerb des Zahlbegriffs führen.

Aufgrund der von der Alltagssprache verschiedenen Verwendung von Wortbedeutungen und aufgrund von neuen Begriffen kann man (bei einsprachigen) Kindern Mathematik als „erste Fremdsprache“ bezeichnen (vgl. Nolte, 2000, S.49). Kinder erwerben Mathematikunterricht der Grundschule bis zu 500 neue Begriffe. Ist jedoch die Muttersprache, wie bei Kindern mit Spracherwerbsstörungen, nicht ausreichend gut entwickelt, ergeben sich beim Erwerb einer neuen Sprache zusätzliche Schwierigkeiten. Der Vergleich zum Lernen einer Fremdsprache hinkt jedoch, denn bei einer Fremdsprache müssen lediglich die neuen Bezeichnungen gelernt werden. Im Mathematikunterricht müssen aber zu den Bezeichnungen auch neue Konzepte erworben (vgl. ebd., S.50). Dies erschwert zudem die Situation für spracherwerbsgestörte Kinder, die schon in ihrem „Erstspracherwerb“ erhebliche Probleme haben, Begriffe aufzubauen. Darüber hinaus ist es gerade beim Aufbau von mathematischen Konzepten wichtig, dass zwischen Begriff und Bezeichnung eine eindeutige Beziehung hergestellt wird. Kann Wörtern nicht eindeutig eine Bedeutung zugewiesen werden, werden verschiedene abgespeicherte Bedeutungen daraufhin untersucht, ob sie in der Situation passen (vgl. ebd., S.97). Umgekehrt können auch mehrfach gleiche Bezeichnungen für unterschiedliche Bedeutungen bzw. Konzepte abgerufen werden, wenn im mentalen Lexikon keine eindeutige Beziehung existiert. Dies führt dazu, dass zwischen Bezeichnungen und Bedeutungen keine stabilen Verbindungen aufgebaut werden können. Das Verstehen und Benennen von Begriffen

muss darum scheitern. Als Fallbeispiel führt Nolte dazu Maria auf (vgl. ebd., S.140): Aufgrund von Schwächen in der auditiven Wahrnehmungsfähigkeit fehlen ihr Bezeichnungen für Begriffe. Dass sie keine stabilen Verbindungen zwischen Bezeichnungen und Bedeutungen aufbauen kann, zeige sie, indem sie oft gleiche Bezeichnungen zu unterschiedlichen Darstellungen abrufen. Zu einigen Begriffen habe sie gar keine Vorstellung. Diese Einschränkungen in der Begriffsbildung beeinträchtigen die Entwicklung von mathematischen Kenntnissen und Fähigkeiten.

Wird der Inhalt von Sprache nicht verstanden bzw. wird der semantische Kontext nicht hinreichend gedeutet, erweisen sich die Sprachverarbeitungsprozesse als stark belastend für das Gedächtnis (vgl. ebd., S.233). Genügend semantische Informationen hingegen entlasten das Arbeitsgedächtnis. Die starke Gedächtnisbelastung wiederum erschwert die Fokussierung der Aufmerksamkeit. Bedeutungshaltige Kontexte erleichtern jedoch die Aufmerksamkeitssteuerung.

Die Voraussetzung für das Denken in Operationen ist der Symbolerwerb durch die Fähigkeit zur Abstraktion. Abstraktion ist jedoch nur dann möglich, wenn ein Begriff in der Weise durch semantische Merkmale, Merkmalsverknüpfungen und Merkmalsrelationen ausdifferenziert ist, dass er auch von der konkreten Situation gelöst verwendet werden bzw. wenn das Kind auf Objekte referieren kann, die gerade nicht sensomotorisch erfassbar sind. Kinder mit Störungen im Bedeutungserwerb zeigen so vor allem Schwierigkeiten in der Fähigkeit zur Abstraktion und Symbolisierung. Mit Operationen umzugehen fällt ihnen schwer. Dazu sei nochmal auf das Beispiel Marcel verwiesen, welcher, so Nolte, Probleme hat, Symbole und Operationen richtig zu deuten. Außerdem neige er dazu, Ausdrücke sehr wörtlich zu nehmen.

Eine mögliche Folge von Störungen im Begriffsaufbau bzw. im Verständnis von Sprache sind Schwierigkeiten mit Textaufgaben. Hier kumulieren die sprachlichen Probleme im semantischen Bereich mit den erhöhten Anforderungen an das Sprachverständnis durch die Schriftsprache. Leseverstehen stellt für sich schon eine gehobene Anforderung dar. Für Kinder mit sprachlichen Einschränkungen steigt dazu der Anspruch an die sprachverarbeitenden Prozesse noch einmal deutlich, wenn sie aus einem Text eine mathematische Fragestellung und die versteckte Operation entschlüsseln sollen.

## Schwierigkeiten der Bedeutungsentnahme aus Zahlwörtern

Die Bedeutungsentnahme aus Zahlwörtern stellt gerade in Sprachen wie Deutsch, Englisch oder Französisch eine große Anforderung an Kinder dar. Während zum Beispiel im Chinesischen die Syntax des gesprochenen Zahlworts genau die Dezimalstruktur der Zahl widerspiegelt, ist die Zahlensyntax in den westlichen Sprachen viel unregelmäßiger, so dass die Dezimalstruktur nicht direkt ableitbar ist (vgl. Dehaene, 1999, S.120). Die chinesischen Zahlwörter sind so aufgebaut, dass zuerst die Zehnerstelle und dann die Einerstelle angegeben werden.

Beispiel: 13 -> ausgesprochen: *zehn drei*

27 -> *zwei zehn sieben*

123 -> *ein hundert zwei zehn drei*

Chinesische Kinder können viel eher die Basis 10 aus den (sprachlichen) Zahlwörtern erfassen, weil die Zahlwörter diese völlig transparent wiedergeben. Im Deutschen dagegen kommt es in den Zahlwörtern zur Umkehr der Reihenfolge der Ziffern. Die Dezimalstruktur ist nicht mehr ohne weiteres erkennbar. Dazu kommen eigene Zahlwörter, wie *zwölf* und nicht *zweizehn*. Im Chinesischen brauchen die Kinder nur die Bedeutung von zehn Zahlwörtern kennen. Deutsche Kinder müssen auch die Zahlen elf bis neunzehn und die Zehnerzahlen zwanzig bis neunzig kennen (vgl. ebd., S.123). Dazu kommen die Regeln der Zahlensyntax. Dann erst können die den Bedeutungsunterschied zwischen *hundertzwei* und *zweihundert* erfassen. Untersuchungen zeigen, dass westeuropäische Sprachen beim Erwerb der Zählssysteme der asiatischen Sprachen unterlegen sind (vgl. ebd. S.121). Zum Beispiel sei die Merkspanne eines Chinesen mit neun Ziffern deutlich länger als die Merkspanne eines Deutschen mit sieben Wörtern. Dies lässt sich darin begründen, dass der Chinese durch die kurzen Zahlwörter und die regelmäßige Zahlensyntax freie Gedächtniskapazitäten besitzt. Außerdem zeigt eine Untersuchung von Miller (1995) mit amerikanischen und chinesischen Kindern zwischen drei und fünf Jahren, dass die amerikanischen Kinder beim Zählen ca. ein Jahr zurücklagen (vgl. ebd., S.124). Das Ergebnis wurde so begründet, dass die chinesischen Kinder aufgrund der Regelmäßigkeit der Zahlwörter ohne Schwierigkeiten einfach bis in den größeren Zahlen weiter zählen können. Übersichtlichkeit eines Zahlensystems geht zu Gunsten bzw. auf Kosten der Geschwindigkeit des Spracherwerbs. Dehaene schreibt

scherzhaft: „Wenn Kinder bestimmen könnten, würden sie wahrscheinlich eine umfassende Reform der Zahlenschreibweise und die Übernahme des chinesischen Modells durchsetzen.“ (ebd., S.125)

Kinder, für die Sprache an sich schon eine enorme Anforderung darstellt, zeigen bei dem Prozess, die Bedeutung der Zahl aus dem Zahlwort zu entschlüsseln möglicherweise große Schwierigkeiten. Sie müssen die Regeln der Zahlensyntax verstehen und dazu die ganzen eigenen Zahlwörter lernen, um die gemeinten Anzahlen ableiten zu können. Wenn schon die Entschlüsselung der Sprache selbst Schwierigkeiten birgt, ist es gut vorstellbar, dass die Bedeutungsentnahme aus Zahlwörtern zusätzliche Probleme bereitet.

Die Strategie, die Kinder im Spracherwerb verwenden, um Bedeutungen aus Zahlwörtern zu entschlüsseln, ist sehr anspruchsvoll. Kindern mit Störungen im Spracherwerb fehlen oft diese Strategien, welche *bootstrapping* genannt werden. *Bootstrapping* meint im wörtlichen Sinne den Vorgang, sich mit Hilfe des Schuhs selbst den Schuh anzuziehen. Im Deutschen kann man damit die Redewendung vergleichen, sich selbst an den Haaren aus dem Moor zu ziehen. Für den Spracherwerb bzw. für das Erlernen der Bedeutung von Zahlen bedeutet dies, dass Kinder Hinweise aus vom erworbenen Wissen nutzen, um Ableitungen für einen anderen Bereich zu treffen. Syntaktisches Wissen hilft ihnen, Zahlwörter als Zahlwörter zu erkennen (vgl. ebd. S.126). Dehaene nennt dazu folgendes Beispiel:

„Schau nur, drei kleine Hündchen.“ Das ca. dreijährige Kind folgert, dass *drei* ein besonderes Adjektiv ist, weil andere Adjektive immer mit einem Artikel verbunden sind. Das (Nicht-) Vorhandensein des Artikels ist der syntaktische Hinweis für diese semantische Prozedur. „Die Tatsache, daß das Wort *drei* keinen Artikel erfordert, könnte darauf hinweisen, daß *drei* sich auf eine Ansammlung von kleinen Hunden bezieht und also eine Anzahl oder eine Mengenangabe wie *einige* oder *viele* darstellt.“ (ebd.) Dabei wissen die Kinder noch nicht, auf wie viele Elemente das Zahlwort konkret verweist. Demnach brauchen Kinder noch zusätzliche andere semantische Hinweise, um die genaue Bedeutung eines Zahlworts zu erkennen. So bauen die Kinder Beziehungen zwischen Zahlwörtern und seinen vorherigen nichtverbalen numerischen Repräsentation auf. Beispielsweise wird die Vorstellung von drei Gegenständen in einer bestimmten Form gespeichert. Jedesmal, wenn diese Vorstellung abgerufen wird, geht diese mit dem Zahlwort *drei* einher.

Diese Korrespondenz veranlasst schließlich das Kind dazu, die Vorstellung von drei Dingen mit dem Zahlwort *drei* zu verbinden.

Eine andere Strategie der Bedeutungserweiterung bildet das Kontrastprinzip: Wörter, die verschieden klingen, müssen auch eine andere Bedeutung tragen. Wenn beispielsweise die Bezeichnung und die Bedeutung von *Hund* und *klein* schon gekannt werden, kann sich *drei* weder auf die Art des Tieres noch auf die Größe beziehen, sondern muss auf eine dritte Eigenschaft referieren, hier die Anzahl (vgl. ebd., S.127). Nun ist es sehr gut vorstellbar, dass Kinder, denen Spracherwerbsstrategien fehlen, zum Beispiel Strategien der Wortschatzerweiterung und *Bootstrappingverfahren*, auch bei der Bedeutungsentnahme aus Zahlwörtern Schwierigkeiten haben. Die fehlenden Strategien und dazu das Problem der Intransparenz deutscher Zahlwörter machen es ihnen schwer, die Bedeutung einer Zahl über 10, welche durch den Stellenwert angegeben wird, zu erkennen.

### **Schwierigkeiten von Schülern mit Migrationshintergrund beim Erwerb mathematischer Konzepte**

Die Bedeutungsentnahme aus deutschen Zahlwörtern stellt für Kinder, welche Deutsch als Zweitsprache lernen, die größte Anforderung dar. Sie müssen erkennen, dass der Stellenwert einer Ziffer nicht unmittelbar aus dem Zahlwort abgeleitet werden kann. Oft zeigen Kinder mit Migrationshintergrund deswegen Schwierigkeiten, Zahlwörter in die Zifferschreibweise umzuwandeln. Die Probleme mehrsprachiger Kinder entstehen hierbei durch die verschiedenen Begrifflichkeiten und Systematiken von Sprachen in Bezug auf Zahlwörter (vgl. Schmitman, 2007, S.87).

Nolte gibt zudem an, dass gerade die Unterscheidung des bestimmten vom unbestimmten Artikel in der Mathematik in einigen Argumentationsformen von größer Bedeutung ist und Kinder mit mehrsprachigem Hintergrund hier Schwierigkeiten zeigen könnten (vgl. Nolte, 2000, S.39). Außerdem ist die Kenntnis von Begriffen wie *wenn*, *dann*, *sowie*, *alle*, *jeder*, *wahr*, *richtig*, *falsch*, welche mehrsprachigen Kinder oftmals fehlen, von großer Wichtigkeit für das mathematische Verstehen.

Ansonsten kann man davon ausgehen, dass die Schwierigkeiten von Kindern mit Migrationshintergrund beim Erwerb mathematischer Konzepte ähnlich gelagert sind wie bei einsprachigen Kindern, deren Hauptschwierigkeiten im Bedeutungserwerb liegen.



## **9. Förderung von Kindern mit Störungen im Spracherwerb bezogen auf mathematische Fähigkeiten**

Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen und Schwierigkeiten beim Rechnen bzw. beim Zahlbegriffserwerb brauchen Förderung in beiden Bereichen. In diesem Kapitel werden Vorschläge für die Förderung solcher Kinder gemacht. Dabei sollen sprachliche und mathematische Förderziele miteinander kombiniert werden. Der Hauptakzent liegt dabei im sprachlichen Bereich, denn „...sprachliche Defizite behindern nach allem, was wir wissen und aus vorausgehenden Überlegungen ableiten, das Lernen von Mathematik gravierend.“ (Maier, 2006, S. 16) Außerdem gilt Sprache nach Wygotsky (1971) als Voraussetzung für höhere Formen des Denkens, zum Beispiel das Denken in Symbolen. Insofern soll durch die Förderung der Sprachkompetenz eine Grundlage dafür geschaffen werden, dass sich zählerische und symbolische Fähigkeiten weiterentwickeln können.

Die Fördervorschläge eignen sich sowohl für die Förderung im Unterricht als auch für die Einzelförderung.

Das Kapitel gliedert sich in drei verschiedene Förderbereiche. Zunächst wird vorgestellt, wie grundlegend die auditive Wahrnehmung gefördert werden kann. Intensiv wird daraufhin die Förderung der Aufnahme und Verarbeitung semantischer Informationen dargestellt. Schließlich werden Möglichkeiten der Förderung von Zählkompetenzen vorgestellt.

### ***9.1. Förderung der auditiven Wahrnehmung***

Eine nahezu ungestörte Spracherkennung ist Kindern mit auditiven Wahrnehmungsstörungen dann möglich, wenn der situative Kontext viele zusätzliche Informationen anbietet, um die sprachliche Informationen anzureichern. Je mehr Kenntnisse zu einem Thema vorhanden sind, umso leichter fällt es, Informationen zu entschlüsseln und miteinander in Beziehung zu setzen (vgl. Nolte, 2000, S.61) Bei einer reichhaltigen, mit vielen semantischen Merkmalen gefüllten Repräsentation, werden die Verständnisprobleme geringer. Bei Störungen im Bereich auditiver Wahrnehmung hilft eine ruhige Unterrichtsatmosphäre, sich auf wesentliche Informationen zu konzentrieren. Eine Geräuschkulisse im Hintergrund macht es Kindern mit auditiven Wahrnehmungsstörungen enorm schwer, Laute zu differenzieren und damit In-

formationen zu verstehen. Es ist wichtig zu wissen, dass zwischen einer beeinträchtigten Rezeption von Sprache und Lernprozessen eine ungünstige Wechselwirkung existiert: „Beeinträchtigungen in der Rezeption von Sprache können zu einer Beeinträchtigung von Lernprozessen führen und damit gleichzeitig die Bedingungen für weitere Lernprozesse verschlechtern.“ (ebd.) Es ist deswegen darauf zu achten, dass vor allem Kinder mit Wahrnehmungsstörungen eine ruhige Lernumgebung vorfinden und ihnen stützende, das Gedächtnis und die Sprachperzeption entlastende Kontexte geboten werden. Offene Unterrichtssituation bieten meist vielfältige Zugänge, jedoch stellt die dortige (positive) Arbeitsunruhe eine erhöhte Anforderung an die Konzentration der Kinder mit Störungen der auditiven Wahrnehmungsfähigkeit (vgl. ebd.). Hinderlich ist ein Unterricht, der stark auf Schnelligkeit in der Sprachverarbeitung ausgerichtet ist (vgl. ebd., S.242), vor allem wenn die Kinder zudem mit Unruhe und Lärm zu kämpfen haben. Förderlich ist dagegen ein individualisierter Unterricht mit zusätzlicher Einzelförderung.

## ***9.2. Förderung der Aufnahme und Verarbeitung semantischer Informationen***

Kinder mit sprachlichen Schwierigkeiten versuchen bei einer Irritation die mathematische Anforderung ohne die Verarbeitung sprachlichen Inhalts zu lösen. Solch eine Strategie kann jedoch nicht gelingen. Deswegen stellt Wendt die sprachpädagogische Frage: „Ist die Sprachkompetenz des Kindes so entwickelt, daß es den Weg von der Umgangssprache zur fachspezifischen Sprache verstehend mitgehen kann?“ (Wendt 1997, S.48) Ist die Sprachkompetenz nicht ausreichend entwickelt muss sich gefragt werden, welche Hilfen und Anregungen das Kind braucht. Denn wenn ein Kind nur in etwa den Inhalt eines Textes oder einer mündlichen Aufgabe versteht, kann dies ein „Einfallstor für weitere Lernirritationen sein.“ (ebd., S.49) Daher sollten die Lehrer das tatsächliche Verstehen der Kinder prüfen und stets noch einmal sichern, was verstanden wurde. „Kommunikationsdidaktik wird damit zu einem notwendigen Qualifizierungsbaustein für Mathematiklehrkräfte.“(ebd.) Wendt verlangt eine allgemeine Feedback-Kultur im Mathematikunterricht. Dies werde dadurch erreicht, indem Gespräche über den Rechenweg angeregt werden und wenn über Rechenfehler gesprochen wird. So können Fehler auch als eine Lernchance betrachtet werden. Das bewusste Sprechen über mathematische Inhalte und Schwierigkeiten macht

einen Mathematikunterricht aus, der sprachfördernd wirkt. Die klassische Ansicht, dass Mathematik ohne viele Worte auskommt, muss innerhalb des Mathematikunterrichts gerade an Sonderschulen ganz klar überwunden werden. So müssen einerseits die sprachlichen Kompetenzen eines Kindes für das mathematische Verstehen gesichert werden, andererseits kann ein Mathematikunterricht selbst Sprachkompetenzen fördern. In einem sprachfördernden Mathematikunterricht folgen dem Zuhören sprachliche Aktivitäten, die auf das Verstandene bezogen sind. Damit kann das Sprachverstehen des Kindes gesichert werden (vgl. Meyer, 2006, S.16). Schüler sollten dazu angeregt werden, innere Denkprozesse zu verbalisieren, damit ihnen der Problemlöseprozess und mögliche Strategien der Problemlösung bewusster werden. Die auf das Verstehen bezogenen Verbalisierungen müssen nicht immer lehrerzentriert vorgenommen werden. Schüler können über den Problemlöseprozess auch untereinander ins Gespräch kommen. Wenn die Lehrperson dabei eine beobachtende Rolle einnimmt, kann sie Einblick in die Denkprozesse der Schüler gewinnen (vgl. Bodrova und Leong, 1996, hier nach Textor, 1999, S.38) und eventuellen (sprachlichen) Verständnisproblemen entgegenwirken. Eine andere Möglichkeit, das Verstehen zu sichern, besteht darin, in anderen Kontexten nochmal auf den Sachverhalt oder die Strategie prüfend einzugehen. Dies hat gleichzeitig den Effekt, dass durch den Transfer Begriffe bzw. Wissen und Strategien semantisch verknüpft werden. Verknüpfungen fördern das Verstehen.

Das Verstehen kann zudem gefördert werden, wenn den Schülern zur Verarbeitung des Gehörten oder Gelesenen eine Phase der Reflexion gelassen wird. Der Druck des schnellen Verstehens gibt dem Kind mit semantischen Schwierigkeiten keine Möglichkeit, sich über den Inhalt Gedanken zu machen. Es wird dagegen alleine in seinen Verständnisschwierigkeiten zurückgelassen.

Kinder können dazu ermutigt werden, ihre Denkprozesse beim Rechnen durch ein Vor-Sich-Hin-Sprechen verbal zu begleiten. So können Denken und Sprechen miteinander verbunden werden. Durch das Verbalisieren fallen Fehler eher auf (vgl. ebd., S. 38). Da diese Lernform sehr wahrscheinlich zu einer erhöhten Geräuschkulisse führt, muss jedoch erst abgeklärt werden, ob dies möglicherweise wiederum andere Kinder in ihrem Lernprozess beeinträchtigt. Für die Förderung in einer Einzelsituation eignet sich das lei-

se oder laute Verbalisieren beim Rechnen in jedem Fall. Es erleichtert zudem die Fokussierung der Aufmerksamkeit.

Für ältere Schüler bietet gerade die Schriftsprache Möglichkeiten, sich sprachlich mit dem mathematischen Inhalt verstehend auseinanderzusetzen: „Die Notwendigkeit, mathematische Sachverhalte sprachlich, insbesondere schriftlich darzustellen, regt Schüler an, sich diese in besonderer Weise bewusst zu machen, sie zu analysieren und verstehend zu durchdringen [...] [Schreiben] fördert die Reflexion mathematische Begriffe und Sachverhalte, lässt die Schüler neue Verknüpfungen herstellen und führt damit zur verstehenden Konstruktion neuen Wissens.“ (Meyer, 2006, S.17) In diesem Kontext eignen sich so genannte Lerntagebücher als Kommunikationsanlass gut für einen sprachlich orientierten Mathematikunterricht.

Eine große Hilfe für Kinder, deren Sprachverständnis aufgrund semantischer Defizite eingeschränkt ist, sind genügend zusätzliche Informationsmöglichkeiten. Da Sprache notwendig für den mathematischen Lernprozess ist, sollten die Kinder auf keinen Fall versuchen, die mathematischen Anforderungen ohne die relevanten sprachlichen Informationen zu verarbeiten. Eine Anregung dafür, soviel Sprache wie möglich zu verarbeiten, ist es, wenn die verbale Darstellung und die Handlungen eng aufeinander bezogen sind (Schmitman, 2007, S.85). Es sollte daher so lange wie möglich auf enaktiver und ikonischer Ebene gearbeitet werden, da dort am meisten außersprachliche Informationen zur Verfügung stehen. Die stützen die Verarbeitung sprachlicher Informationen. Die Handlungen bzw. Bilder sollten jedoch mit so viel Sprache wie möglich begleitet werden, so dass die sprachliche Informationsverarbeitung angeregt wird. In einer Einzelförderung können die handlungsbezogenen Verben und Objekte mit dem Kind intensiver erarbeitet werden.

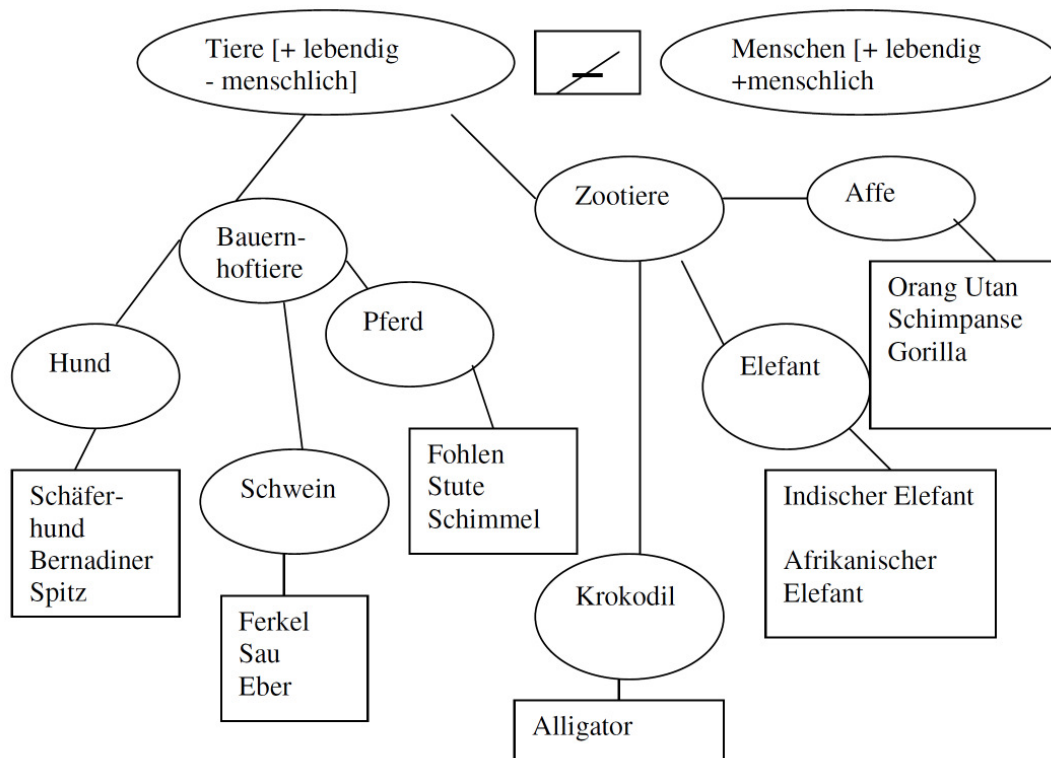
Wird schließlich auf symbolischer Ebene gearbeitet, die den größten Anteil sprachlichen Verstehens verlangt, sollten weiterhin genügend außersprachliche Informationen zur Unterstützung der Sprachverarbeitung zur Verfügung stehen.

Außerdem ist es wichtig, Begriffe so präzise wie möglich zu verwenden. Zum Beispiel referiert die Bezeichnung *ist gleichviel wie* viel genauer auf die Gleichheit der Mengen als die Bezeichnung *gleich*, mit der Kinder mit semantischen Schwierigkeiten häufig eher die Form verbinden.

Die Bereiche Begriffsaufbau und Begriffsvernetzung lassen sich am besten in einer Einzelsituation fördern. Aber auch im Unterricht ist dies möglich, zum Beispiel, wenn zusammen mit den Schülern geklärt wird, was ein Begriff bedeutet. In einer Einzelförderung ist es jedoch differenzierter möglich, Begriffe und Begriffsvernetzungen zu erarbeiten. Am besten wird dabei an wenigen ausgewählten Wortfeldern gearbeitet, mit dem Ziel, dass das Kind die gelernten Strategien, wie zum Beispiel Merkmalsverknüpfungen oder das Denken auf verschiedenen semantischen Ebenen, auf andere Bereiche überträgt. Durch die Wortschatzerweiterung und Begriffsvernetzung auf unterschiedlichen Ebenen wird außerdem die Abstraktionsfähigkeit gefördert. Damit kann das Verständnis für Symbole gestützt werden, was wiederum eine Voraussetzung für die Operationsfähigkeit darstellt.

Konkret lässt sich die Arbeit an Wortfeldern für die Wortschatzerweiterung am Beispiel des Wortfeldes *Tiere* zeigen. Dieses Wortfeld eignet sich vor allem für jüngere Kinder, weil diese oft ein besonderes Interesse dafür zeigen. Tatsächlich muss jedoch die Auswahl eines Wortfeldes individuell passend zu den Interessen des Kindes vorgenommen werden.

**Abbildung 5: Wortfeld Tiere**



Quelle: Eigene Darstellung

Das Wortfeld *Tiere* ist in Abbildung 5 als Graphik dargestellt. Diese vereinfachte Darstellung eines Teils des semantischen Netzwerks soll die Arbeit auf verschiedenen semantischen Ebenen verdeutlichen. Generell kann man in einem Wortfeld vier semantische Ebene annehmen: Die erste Ebene ist die übergeordnete Kategorie *Tiere*, welche sich durch das Merkmal [–menschlich] von der Kategorie Menschen [+ menschlich] abgrenzt. Die zweite Ebene ist die der kategoriebezogenen Oberbegriffe, wie *Bauernhoftiere* und *Zootiere*. Denkbar wäre auch eine dritte Kategorie *Haustiere*. Die dritte semantische Ebene ist die Basisebene. Dort sind Begriffe wie *Hund*, *Pferd* oder *Affe* angesiedelt. Die untergeordneten Begriffe als vierte Ebene im semantischen Netzwerk spezifizieren die Basisbegriffe. Dies sind Begriffe wie *Gorilla*, *Schäferhund* oder *Schimmel*.

Die Darstellung des Wortfelds *Tiere* ist für die Praxis beliebig erweiterbar.

Mit dem Kind können nun spielerisch in einem bestimmten Format die Ebenen und die unterschiedlichen Merkmale erarbeitet werden. Tätigkeiten wie benennen, beschreiben, erfragen, ertasten, erraten oder zuordnen sind Gegenstand der semantischen Förderung. Ziel ist der Förderung ist es, dass das Kind Begriffe kennt und diese auf verschiedenen Ebenen organisieren kann. Die Voraussetzung dafür ist, dass die erworbenen Begriffe mit so vielen semantischen Merkmalen wie möglich gefüllt und zu anderen Begriffen und Wortfeldern vernetzt werden. Dann ist der Begriff robust im mentalen Lexikon verankert. Das Kind kommt schließlich weg vom Benennen in Form von „das da“ hin zum konkreten und schließlich symbolischen Referieren. Wichtig ist es auch, dem Kind Strategien an die Hand zu geben, wie zum Beispiel das Nachfragen, um Wortschatz aktiv zu erweitern.

Im Wortfeld *Tiere* kann man auch gut an den Begriffen *groß* und *klein* arbeiten. Ziel ist es hierbei, die alltagssprachliche Bedeutung zu festigen und schließlich zur mathematischen Bedeutung zu kommen. Große und kleine Tiere können miteinander verglichen werden und nach der Größe geordnet werden. Wenn das Kind diese Begriffe gefestigt hat, kann man die Unterscheidung von *groß* und *klein* bezogen auf eine Menge einführen. Dafür sollten zunächst einmal verschiedene spielerische Zählanelasse geschaffen werden, so dass die Aktivität des Zählens einen großen Bestandteil der Förderung bildet. Dazu kommt die Aktivität des Mengenvergleichs. Dafür ist es ratsam, das Kind erst einmal mittels der Begriffe *mehr* und *weniger* Mengen

(von Tieren) vergleichen zu lassen. Schließlich kehrt man zu den Begriffen *groß* und *klein* zurück. Ziel ist es, dass das Kind die Begriffe *groß* und *mehr* bzw. *klein* und *weniger* semantisch miteinander verbindet. Wenn das Kind durch die Zählaktivitäten bereits Zahlen kennt, könnte man die folgende Ausdrucksweise verwenden:

*Die Zahl an Bauernhoftieren ist kleiner als die Zahl an Zootieren. Nun habe ich mehr Zootiere dazugelegt. Die Zahl an Zootieren ist nun größer als die Zahl an Bauernhoftieren...*

Auch diese Ausdrucksweise zur Darstellung von *groß* und *klein* bezogen auf die Anzahl ist denkbar:

*Die Menge der Bauernhoftiere ist kleiner als die Menge der Zootiere. Nun habe ich mehr Zootiere dazugelegt. Die Menge der Zootiere ist nun größer als die Menge der Bauernhoftiere...*

Die erste Version würde ich jedoch vorziehen, da Kindern der Begriff *Zahl* wahrscheinlich bekannter ist als der Begriff *Menge*, welcher einen hohen Grad an Abstraktion fordert.

Ein anderer Förderbereich ist der Bereich der Präpositionen. Auch hierbei könnte man im Format der Tiere bleiben. Es ist aber auch jedes andere Format denkbar. Gut eignen sich zum Beispiel so genannte Wimmel- oder Popupbücher, in denen Personen und Objekte gesucht oder beschrieben werden müssen. Zum Beispiel: *Wo steht der Mann mit dem Hund? Er steht **auf** der Straße*

Ein anderes Format, das sich sehr gut für die Förderung von Präpositionen eignet, ist das Bauen mit Bauklötzen, welches sprachlich begleitet wird. Zum Beispiel könnte im Format *Tiere* ein Zoo oder ein Bauernhof aufgebaut werden. Dabei wird genau beschrieben, wo welche Tiere untergebracht werden. Zum Beispiel: *Das Schwein wohnt neben den Kühen. Die Gänse wohnen unter dem Hühnerstall.*

Wichtig bei der Arbeit mit Präpositionen ist, dass stets Verben dazu angeboten werden, da im Falle von Wechselpräpositionen wie zum Beispiel *auf*, das Verb den Kasus zuweist.

### **9.3. Förderung von Zählkompetenzen**

Moser Opitz (2007) gibt an, dass Kinder Mathematik in der Weise lernen, dass sie zählen und sich im Alltag mit Zahlen auseinander setzen (vgl. Moser Opitz, 2007, S.255). Anders ausgedrückt: Zählen lernt sich nur durch

Zählen. Gegenstand der Förderung von Zählkompetenzen ist das Zählen selbst in Form von leisem oder lautem Zählen, Zählen mit und ohne Gegenstände, Zählliedern und Zählversen, rückwärts Zählen und Zählen von verschiedenen Startzahlen aus. Beim Wiedergeben der Zahlwörter ist darauf zu achten, dass insbesondere die Zahlwortstämme deutlich und möglichst ohne dialektalen Einfluss gesprochen werden. Zum Beispiel hatte eine Schülerin, die ich in einem Praktikum kennen lernte, Schwierigkeiten bei Aufgaben mit 70, obwohl sie andere Aufgaben bis 100 bereits rechnen konnte. Es gelang ihr nicht, eine Analogie zur 7 zu bilden, da sie und die Studentin, die sie förderte, [ziptsik] statt [zi:ptsik] sagten. Da in dem Wortstamm der Vokal kurz gesprochen wurde, war die zugrunde liegende Zahl 7 [zi:bn] nicht mehr so einfach zu erkennen. Es ist wichtig, dass Kinder beim Hören und Sprechen der Zahlwortreihe entdecken können, dass die Zahlen von *eins* bis *sieben* immer wieder in höheren Zahlen erscheinen. Diese Analogien sind schwieriger zu entdecken, wenn die Zahlwortstämme zum Beispiel durch Vokalkürzungen verfremdet werden.

Damit sich das kardinale Verständnis von Zahlen entwickelt bzw. festigt, können innerhalb des Schulalltags, in für die Schüler sinnvolle Situationen integriert, verschiedene Gegenstände gezählt werden: Zum Beispiel das Zählen der vorhandenen Springseile, damit nach der Pause die Anzahl auch wieder komplett ist, oder das Zählen der mitgebrachten Muffins anlässlich eines Geburtstages, aber auch das Zählen der Tage bis zu den nächsten Ferien oder die Anzahl der anwesenden Schüler.

Mengenbezogenes Wissen und Strategien können durch Blitzblickaufgaben gefördert werden. In Blitzblickaufgaben sollen in kürzester Zeit Anzahlen oder Operationen bestimmt werden. Die Fähigkeit des *Subitizing* liegt dem zugrunde. Dabei hilft eine Strukturierung der zählbaren Einheiten, Verbindungen zwischen den Mengen herzustellen. Verknüpfungen zwischen Zahlen bzw. Zahlzerlegungen sind die Grundlage für Rechenstrategien. Eine strukturierte Anzahlerfassung vermindert letztlich zählendes Rechnen. Dabei wird die strategische Zahlerfassung auch durch Verbalisierungen gefördert. Zum Beispiel: *Was siehst Du? Ich sehe fünf Punkte und dann noch einen.* Durch die Verbalisierung wird die Wahrnehmung der komplexen Menge differenzierter bzw. strukturierter.



## **10. Falldarstellung**

Im Rahmen dieser Arbeit begleitete ich zwei Jungen der ersten Klasse einer Förderschule. Einmal in der Woche besuchte ich die Klasse, hospitierte im Deutsch- und Mathematikunterricht und lernte die beiden Kinder im Rahmen einer Einzelförderung näher kennen. Mein Ziel war es, die sprachlichen Fähigkeiten und den Stand der Kinder innerhalb des Zahlbegriffserwerbs zu erfassen. Da beide Kinder sprachlich deutliche Einschränkungen zeigen, wollte ich feststellen, ob sich diese Schwierigkeiten auch auf den Erwerb mathematischer Konzepte ausprägen.

Da sich die Jungen innerhalb des durch die Klassenlehrerin angeleiteten Mathematiklehrgangs gerade erst dabei befinden, den Zahlbegriff zu erwerben, lässt sich über mögliche Rechenschwierigkeiten noch keine Aussage treffen. Aufgrund der sprachlichen Einschränkungen und ersten Beobachtungen innerhalb des Klassenverbandes ordnete ich die beiden Jungen jedoch als mögliche Risikokinder ein.

Durch die Förderdiagnostik in der Einzelförderung wollte ich schließlich feststellen, inwieweit die Kinder sprachlich bedingt tatsächlich Schwierigkeiten bezogen auf den Zahlbegriff zeigen. Unter 'Förderdiagnostik' verstehe ich die Verknüpfung von diagnostischen Beobachtungen mit sprachlichen und mathematischen Fördersituationen. Das heißt, ich versuchte die Diagnostik so zu gestalten, dass für das Kind die förderlichen Aspekte im Vordergrund standen. Dabei wählte ich für beide Kinder im Großen und Ganzen die gleichen förderdiagnostischen Settings aus. Im Anschluss an die Phase der Förderdiagnostik wurde für beide Kinder ein individualisierter Förderplan und ein mögliches Format für die weitere Förderung erstellt.

Folgend werde ich die förderdiagnostische Begleitung für beiden Jungen jeweils detailliert dokumentieren und die Förderpläne vorstellen. Zunächst werden die förderdiagnostischen Settings beschrieben.

### ***10.1. Vorstellung der förderdiagnostischen Settings***

Die Förderdiagnostik umfasste wöchentlich eine halbe Stunde innerhalb eines Zeitraum von drei Monaten. Während dieser Zeit arbeitete ich mit verschiedenen förderdiagnostischen Settings in den Bereichen „Begriffsaufbau und Vernetzung“, „Raumlagebegriffe“ und „Zählkompetenzen, Zahlerfassung und Zahlaspekte“. Auch die Bereiche Grammatik und Phonologie habe ich

durch die Analyse freier Sprachproben untersucht. Die Ergebnisse sollen hier aber nur kurz dargestellt werden.

Die meisten der ausgewählten Settings erstreckten sich jeweils über zwei Wochen. Um ein möglichst differenziertes Bild über die Fähigkeiten der Kinder zu bekommen, bediente ich mich eines breiten Spektrums an diagnostischem Material. Um den förderdiagnostischen Schwerpunkt beizubehalten, verzichtete ich weitgehend auf (standardisierte) Testverfahren bzw. ich nutzte Testverfahren in Form von weiteren informellen Quellen. Manche Eindrücke über die Fähigkeiten der Kinder erwarb ich auch außerhalb der Einzelsituation, zum Beispiel bei Unterrichtsbeobachtungen oder bei Spielen im Klassenverband.

### **Bereich: Begriffsaufbau und Vernetzung**

Als förderdiagnostische Situationen für den Bereich Begriffsaufbau und Begriffsvernetzung dienten der „Rategarten“ von Füssenich und Geisel (2008), ein Wimmelbuch von Mitgutsch, Dimensionsbildkarten zu gleichen und unterschiedlich großen Objekten<sup>8</sup>, eine Aufgabe aus dem Untertest „Pränumerische Operationen“ aus der „Schulleistungsbatterie zur Erfassung des Lernstandes in Mathematik, Lesen und Schreiben I“ (SBL 1) von Kautter et al. (2000) und der Untertest „Vergleichen“ aus dem „Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung“ (OTZ) von van Luit et al. (2001).

Im „Rategarten“ müssen Begriffe benannt und in die Kategorien *Tiere* oder *Spielzeuge* eingeordnet werden. In einem nächsten Schritt wird durch geschicktes Fragen nach Begriffen gefragt. Ziel ist es dabei, die semantische Kategorie und möglichst viele semantische Merkmale zu erfragen.

Das Wimmelbuch diente als Impuls für Bildbeschreibungen. Anhand der Beschreibungen des Kindes können semantische Fähigkeiten und Strategien sehr gut herausgearbeitet werden.

### **Bereich: Raumlagebegriffe**

Den Bereich „Raumlagebegriffe“ untersuchte bzw. förderte ich durch die folgenden Settings: Der „Rategarten“, das Pop-up-Bilderbuch „Die große Ritterburg“ von Sörensen und Lee (2007), ein Wimmelbuch von Mitgutsch, der Untertest „Raumlage-Beziehungen“ aus der SBL 1 und den Bereich „Raum-

---

<sup>8</sup> Siehe Anhang

Lage-Beziehungen“ aus dem Lehrbilderbuch „Mit Kindern Mathematik erleben“ von Peter-Koop und Grüßing (2007).

Innerhalb des „Rategartens“ forderte ich die Kinder auf, die verschiedenen Spielzeuge bzw. Tiere an ganz bestimmte Orte im Rategarten zu positionieren. Dabei erfragte ich Präpositionen und lokale Adverbien wie *auf*, *im*, *hinter* oder *neben*.

Das Pop-up-Bilderbuch „Die große Ritterburg“ konnte man als mehrstöckige Ritterburg mit unterschiedlichen Räumen auf dem Tisch aufbauen. Dazu gab es verschiedene Spielfiguren. Nachdem die Kinder einige Zeit alleine mit der Burg und den Figuren gespielt hatten, bat ich sie, einzelne Figuren an bestimmte Orte bzw. in bestimmte Räume zu platzieren. Dazu benutzte ich verschiedene Präpositionen und Lokaladverbien. Im nächsten Schritt fragte ich danach, wo sich die Figuren befinden.

In dem Wimmelbuch konnten die verschiedenen dargestellten Situationen beschrieben und bestimmte Personen gesucht werden. Wurden eine Person gefunden, musste genau beschrieben werden, wo sich diese befindet, zum Beispiel *hinter dem Springbrunnen* oder *auf dem Dach* usw.

Das Lehrbuch „Mit Kindern Mathematik erleben“ ist als ein Bilderbuch gestaltet. Darin sind unter anderen unterschiedliche Verstecksituationen dargestellt, die jeweils mittels passender Raumlagebegriffe beschrieben werden können.

### **Bereich: Zählkompetenzen, Zahlerfassung und Zahlaspekte**

Mit folgenden Materialien bzw. Situationen erfasste und förderte ich die Zahlentwicklung: das Zählen von Muggelsteinen, das Zählen von Spielfeldern beim „Mensch-ärgere-Dich-nicht“ oder beim „Rategarten“, das Zählen von Spielkarten und das Zählen abgebildeter Objekte in dem Lehrbilderbuch von Peter-Koop und Grüßing (2007).

Die simultane und quasi simultane Zahlerfassung diagnostizierte bzw. förderte ich durch Blitzblickaufgaben mit Muggelsteinen, durch das Erfassen von Würfelbildern und Anzahlen in Eierpackungen und Zehnertafeln.

Für die Untersuchung der verschiedenen Zahlaspekte benutze ich die Seiten zum Thema „Zahlaspekte“ wiederum aus dem Lehrbilderbuch von Peter-Koop und Grüßing (2007), Mengenerfassungs- und vergleichsaufgaben (für den kardinalen Zahlaspekt) und verschiedene Informationen aus Spielen

und Bilderbuchbetrachtungen während des gesamten Zeitraums, wie zum Beispiel eine Spielsituation mit dem Telefon.

Außerdem dienten die SBL 1 und der OTZ als informelle Quellen zur Entwicklung des Zahlbegriffes.

## **10.2. Ergebnisse der Förderdiagnostik**

Folgend werden Selim und Andreas<sup>9</sup> vorgestellt und die Ergebnisse der Förderdiagnostik für beide Kinder jeweils dokumentiert. Da die Darstellung der Fähigkeiten der Kinder bei jedem einzelnen Setting zu viel Raum einnehmen würde, sollen die Ergebnisse der einzelnen Förderbereiche zusammenfassend dargestellt werden.

### **Selim**

Selim ist 6 Jahre und 7 Monate alt. Seine Eltern sind türkischer Herkunft, leben aber schon sehr lange in Deutschland. Selim hat zwei ältere Schwestern, welche das Gymnasium bzw. die Realschule besuchen, und einen jüngeren Bruder. In der Familie wird ausschließlich Türkisch gesprochen. Dies ist mit dem Verweis auf die Interdependenzhypothese, welche in Kapitel 3.2 erläutert wurde, unbedingt positiv zu bewerten. Dennoch zeigt Selim im Deutschen deutliche sprachliche Einschränkungen im semantischen und auch im grammatischen Bereich. Auch in seiner Erstsprache hat Selim erst mit zwei Jahren das erste Wort gesprochen. Vermutlich zeigt er daher auch im Türkischen eine Sprachentwicklungsstörung. Die Klassenlehrerin gibt an, dass Selim eine sehr langsame sprachliche und motorische Entwicklung zeigte. Da Selim gruppenbezogene Schwierigkeiten habe, musste er die Sprachfördergruppe im Kindergarten verlassen. Außerdem habe man bei Selim eine auditive Wahrnehmungs- bzw. Verarbeitungsstörung festgestellt. Dennoch zeigte er die Fähigkeit, sich auf Aufgaben zu konzentrieren und diese auch zu beenden.

### **Bereich: Begriffsaufbau und Vernetzung**

Selims Wortschatz ist stark eingeschränkt. Als Strategie, um seine Lücken im Lexikon zu füllen, nimmt er semantische Ersetzungen und Umschreibungen vor. Die semantischen Ersetzungen stammen meist aus demselben semantischen Feld oder sind unspezifische Oberbegriffe. Mit dieser Strate-

---

<sup>9</sup> Namen geändert

gie kann Selim seinen Wortschatz jedoch nicht erweitern. Im Gegenteil: die semantischen „Fehlgriffe“ stehen für ein unzureichend gefülltes und organisiertes mentales Lexikon.

An dieser Stelle ein paar Beispiele für semantische Ersetzungen, die Selim vornimmt:

| kindliche Äußerung   | Zielwort                                   |
|--|--|
| Tieren ( <i>Antwort auf die Frage: Wo sind wir hier?</i> )                                 | Zoo  |
| Kamele   | Nilpferde                                  |
| Rutsche  | Springbrunnen                              |
| Mensch   | Puppe                                      |
| Ziege  | Schaf                                      |
| Wir wollen schneien. ( <i>Selim steht am Fenster und sieht, dass es draußen schneit.</i> ) | Wir wollen eine Schneeballschlacht machen. |

Häufig bedient Selim sich auch so genannter Passepartoutwörter, wie zum Beispiel *das da*, *so was* oder *machen*. Dies sind Wörter, die an allen möglichen Stellen wegen ihrer Unspezifiziertheit passen.

Aufgrund der Wortschatzproblematik ist auch Selims Sprachverständnis stark eingeschränkt. So versteht er Arbeitsanweisungen nicht sofort. Die Instruktionen an der Ritterburg oder auch die Suchanweisungen zum Wimmelbuch konnte Selim oft erst nach mehrmaligen Wiederholen und Umformen befolgen. Zum Beispiel stellte Selim das Burgfräulein auf den Turm, obwohl die Aufgabe hieß: „*Das Burgfräulein sitzt auf dem Tisch.*“ Oder ein anderes Beispiel: Statt der rechten Schüssel, zeigte Selim in der SBL 1<sup>10</sup> die Tasse.

Außerdem zeigen sich Schwächen bei der Vernetzung im semantischen Netzwerk. Semantische Merkmale und Oberbegriffe zu bestimmen, fällt ihm schwer. Dies wurde insbesondere beim Spielen des „Rategartens“<sup>11</sup> deutlich: Selim fragt überwiegend einzelne Begriffe ab und nimmt keine Kategorisierungen oder weitere Differenzierungen vor. Er kann seine Fragen auch nicht logisch weiter formulieren. Zum Beispiel fragte er mich, ob es ein

<sup>10</sup> siehe Protokollbogen der SBL 1 im Anhang

<sup>11</sup> siehe Protokollbogen des „Rategartens“ im Anhang

Maulwurf sei, obwohl es ihm vorher bekannt war, dass es sich um ein Spielzeug handelt. Die Kategorisierungsaufgabe aus der SBL 1<sup>12</sup> löste Selim jedoch außerordentlich gut. Hierbei handelte es sich jedoch um die rein visuelle Modalität. Dies zeigt, dass sich Selims semantische Schwierigkeiten auf die verbal-auditive Modalität beschränken.

Mathematische Relationsbegriffe wie *höher*, *dicker*, *niedrigstes*, *weniger*, und *wenigsten* verstand Selim<sup>13</sup>. Dabei vergewisserte er sich, ob ‚höher‘ größer meint und ob ‚niedrigstes‘ das kleinste meint. Dieses Nachfragen ist jedoch als eine positive Strategie zu verstehen.

Ingesamt zeigte Selim eine große Sprechfreude, wie zum Beispiel beim Beschreiben der Bilder. Dies weist darauf hin, dass er trotz sprachlicher Schwierigkeiten sprachliche Herausforderungen nicht vermeidet. Für die Erweiterung seiner sprachlichen Fähigkeiten ist dies von großem Vorteil.

### **Bereich: Raumlagebegriffe**

Selim meidet Präpositionen und Raumlagebegriffe, indem er sie bevorzugt auslässt oder anstelle ihrer die unspezifischen Passepartoutbegriffe *da* und *hier* verwendet. Teilweise konnte Selim die Präpositionen *auf* und *in* benennen. Die Raumlagebegriffe *Neben* und *hinter* verstand und äußerte Selim in den verschiedenen förderdiagnostischen Situationen nicht. Rechts und links kann er unterscheiden.

Hier einige Beispiele für Ersetzungen und Auslassungen von Präpositionen:

| kindliche Äußerung                              | Zielstruktur   |
|---|--|
| Alle Männern gehen, machen Taschen hinten rein. | Alle Männer gehen <b>zum Flugzeug</b> und tun die Taschen hinten rein. |
| Der Frau hat 2 Meter Angst.                     | Die Frau hat <b>vor dem</b> 2-Meter-Brett Angst.                       |
| Da rutschen die kleine Becken.                  | Da rutschen die <b>ins</b> kleine Becken.                              |
| Der schläft dem Baum.                           | Der schläft <b>auf</b> dem Baum.                                       |
| Der Mann steht in die Straße.                   | Der Mann steht <b>auf</b> der Straße.                                  |

### **Bereich: Grammatik**

Grammatische Schwierigkeiten zeigen sich, wie bei vielen Kindern mit Deutsch als Zweitsprache, vor allem in den Bereichen Genus und Kasus.

<sup>12</sup> siehe Protokollbogen der SBL 1 im Anhang

<sup>13</sup> siehe Protokollbogen des OTZ im Anhang

Selim benutzt vorrangig den unbestimmten Artikel oder lässt ihn ganz aus. Die korrekte Anpassung des bestimmten Artikels an das grammatische Geschlecht stellt eine große Schwierigkeit dar. Auch Pluralmarkierungen bereiten Selim Schwierigkeiten. Infolge dessen ist auch das Kasussystem nur rudimentär entwickelt.

Ein anderer Bereich der Grammatik, in dem Selim noch Förderung benötigt, ist die Subjekt-Verb-Kongruenz.

### **Bereich: Zählkompetenzen, Zahlerfassung, Zahlaspekte**

Selims befindet sich zwischen dem *unbreakable* und dem *breakable chain level* der Zählentwicklung nach Fuson. Das heißt, er begreift die Zahlwortreihe schon als einzelne Zahlen. Selim kann auch schon von 10 und 20 abwärts zählen. Schrittweises Zählen ist ihm jedoch noch nicht möglich. Als ich bis *acht* zählte und Selim bat, von *neun* weiter zu zählen, fing er wieder bei *eins* an.<sup>14</sup>

Die Eins-zu-Eins-Zuordnung bereitete Selim anfangs sowohl auf enaktiver und ikonischer Ebene noch Schwierigkeiten. Mittlerweile gestalten sich seine Fähigkeiten in diesem Bereich relativ sicher. Das zeigt Selim auch bei Würfelspielen wie „Mensch-ärgere-dich-nicht“: Er setzt seine Spielfigur Feld für Feld nach vorn und zählt dabei richtig als das nachfolgende Feld als *eins*. Auf ikonischer Ebene passieren ihm noch ab und zu Fehler, zum Beispiel malt er in der SBL 1<sup>15</sup> für die abgebildeten Kinder einen Reifen zu viel. Immerhin hat er dabei aber keine Verbindung zu einem Kind gezeichnet. Auch bei den Eins-zu-Eins-Zuordnungsaufgaben aus dem OTZ zeigen sich Unsicherheiten.

Bei der quasi simultanen Mengenerfassung waren Schwierigkeiten zu beobachten. Anfangs musste Selim bei Würfelbildern noch die Zahlen 4 und 5 zählen. Später konnte er alle Zahlen auf dem Würfel schnell und sicher erkennen. Beim schnellen (strukturierten) Erfassen von Eiern in einem Eierkarton (mit zehn Eiern) konnte Selim nur selten die richtige Anzahl erfassen. Zum Beispiel meinte er, bei fünf Eiern neun zu erkennen. Auch auf ikonischer Ebene konnte er auf den Zehnertafeln nur die Anzahlen bis drei richtig erfassen. Neun Punkte erfasste er beispielsweise als sechs, obwohl er bemerkenswerter Weise schon operatives Verständnis zeigt: Zum Beispiel

---

<sup>14</sup> siehe Protokollbogen des OTZ im Anhang

<sup>15</sup> siehe Protokollbogen der SBL 1 im Anhang

zählte er zehn Eier im Karton. Ich nahm ein Ei heraus und klappte den Karton zu. Selim konnte auf meine Frage, wieviele nun noch im Karton seien, richtig mit „*neun*“ antworten. Zudem kann er Würfelbilder, zum Beispiel *sechs* und *zwei* in kurzer Zeit zusammen zählen. Möglicherweise zählt er dabei noch nicht mal und rechnet schon gedanklich. Ein anderes Beispiel zeugt ebenfalls davon, dass Selim schon mental operieren kann: Beim „Halli Galli“ möchte Selim jedem zehn Karten austeilen. Als ich meinte, nur acht Karten zu haben, gibt er mir prompt noch zwei Karten dazu.

Selim kann bei Mengenvergleichsaufgaben *gleich*, *mehr* und *weniger* bei sehr sicher bestimmen. Folgende Beobachtung ist in diesem Kontext jedoch schwer zu deuten: Bei der Unterscheidung von gleichen und unterschiedlich großen Objekten auf Bildkarten, zeigte er große Schwierigkeiten. So erkannte er zwar alle Paare, in denen ein Objekt kleiner bzw. größer war, aber bei gleich großen Objekten meinte er jedes Mal, einen Größenunterschied zu entdecken. Es ist unklar, ob diesen Schwierigkeiten Probleme bei der visuellen Verarbeitung zugrunde liegen oder die Ursache im sprachlichen Bereich zu finden ist. Die Beobachtungen bei Mengenvergleichsaufgaben zeigten jedoch, dass Selim über die Begriffe *größer*, *kleiner*, *gleich*, *mehr* und *weniger* eigentlich verfügt.

Selim kennt die Ziffern 1 bis 9. Teilweise kann er sogar schon zweiziffrige Zahlen lesen, zum Beispiel die Zahl 22 beim Aufschlagen eines Buches.

Selim verfügt über mehrere Zahlaspekte. Er kann Mengen bestimmen (Kardinalzahlaspekt) und weiß auch, dass man mit Zahlen rechnen kann (Rechenzahlaspekt). Zum Beispiel fragte er mich, wieviel  $4+4+4+4+4+4$  ist. Er nennt selbst als Ergebnis 222. Ich frage ihm, ob das viel sei und er antwortet mit „*ja*“. Ein anderes Beispiel zeigt, dass Selim auch über den Operatorzahlaspekt verfügt: Selim fragte nach der Nummer der Feuerwehr. Als ich die Nummer nenne, wiederholt er: „*Also zweimal die eins und dann die zwei*“. Außerdem weiß Selim, dass man mit Zahlen auch messen kann. Das ergab die Bildbetrachtung in dem Lehrbilderbuch von Peter-Koop und Grüßing (2007).

Ob er über den Codierungzahlaspekt verfügt, ist etwas unklar. So fragt er beim Spielen mit dem Telefon zwar nach der Nummer der Polizei, fragt aber, als ob er eine Menge meint: *Wieviel ist Polizeinummer?* Möglicherweise versteht er jedoch den Codierungsaspekt und ihm fehlt nur das zielgenaue Fragewort.



Ordinalzahlen kann Selim, wahrscheinlich aufgrund seines eingeschränkten Sprachverständnis, noch nicht verarbeiten. Dies zeigt zum Beispiel die Aufgabe zu den Ordinalzahlen aus der SBL 1<sup>16</sup>, in der Selim die erste und zweite Reihe nicht zeigen kann. Auch im OTZ kann Selim die *achtzehnte Blume* als Ordnungszahl nicht zeigen<sup>17</sup>.

## Andreas

Andreas ist 6 Jahre und 11 Monate alt. Seine Muttersprache ist Deutsch. Er hat vier Geschwister, welche zum großen Teil genau wie er Störungen im Spracherwerb zeigen und die Förderschule besuchen. Andreas' sprachliche Schwierigkeiten liegen sowohl im semantischen als auch im grammatischen und phonologischen Bereich. Die Klassenlehrerin gibt an, dass es Andreas schwer falle, sich in der Gruppe zu konzentrieren und verbale Anweisungen aufzunehmen. Er werde schnell müde. Dennoch zeigt er ein sehr zielstrebiges Verhalten und arbeitet gerne mit Partnern zusammen.

### Bereich: Begriffsaufbau und Vernetzung

Andreas' Wortschatz ist eingeschränkt. Dies zeigen Ausweichverhalten wie Schweigen und semantische Ersetzungen aus demselben semantischen Feld oder in Form von unspezifischen Oberbegriffen. Manchmal sagt er auch, dass er einen bestimmten Begriff nicht benennen kann. Hier einige Beispiele für seine semantischen Ersetzungen bzw. Lücken:

| kindliche Äußerung | Zielwort      |
|--------------------|---------------|
| Wasser             | Fluss         |
| Wasser             | Schwimmbad    |
| ein Holz           | ein Tisch     |
| weiß nicht         | Einkaufswagen |
| weiß nicht         | Schwimmreifen |

Beim Spiel des „Rategartens“<sup>18</sup> konnte er die Bildkarten den Kategorien „Spielzeuge“ und „Tiere“ zuordnen. Die Kategorisierung in der SBL bereitete ihm jedoch Schwierigkeiten. So ordnet er einige Gebäude den Fahrzeugen zu.

<sup>16</sup> siehe Protokollbogen der SBL 1 im Anhang

<sup>17</sup> siehe Protokollbogen des OTZ im Anhang

<sup>18</sup> siehe Protokollbogen des „Rategartens“ im Anhang

Andreas kann im Rahmen des „Rategartens“ Fragen stellen, jedoch erfragt er überwiegend einzelne Begriffe und strukturiert seine Fragen selten nach den Oberbegriffen und gar nicht nach einzelnen semantischen Merkmalen. Manche von Andreas' Reaktionen auf mein Nachfragen nach Eigenschaften von Begriffen zeigten, dass sein Begriffrepertoire entweder unzureichend mit semantischen Merkmalen gefüllt ist, oder dass sein Sprachverständnis allgemein eingeschränkt ist. Vermutlich trifft beides zu. Folgend ein paar Beispiele:

| Frage                        | Antwort des Kindes | Zielbegriff |
|------------------------------|--------------------|-------------|
| Kann man sich darauf setzen? | nein               | Schaukel    |
| Kann es fliegen?             | nein               | Ente        |
| Kann man damit etwas bauen?  | nein               | Bauklötze   |

Andreas' Einschränkungen im Sprachverständnis zeigen sich zum Beispiel bei der Durchführung einzelner Aufgaben aus der SBL. Die Aufgaben 5 und 6 der „Pränumerischen Operationen“<sup>19</sup> konnte er nicht lösen, weil er die Begriffe *gleich viel* und *weniger* in den Anweisungen sprachlich nicht verstand. In anderen Kontexten, die möglicherweise sprachlich für ihn einfacher gestaltet waren, konnte er diese Begriffe jedoch verstehen und verwenden.

Mathematische Relationsbegriffe wie *höher*, *weniger* und *wenigsten* verstand Andreas<sup>20</sup>. Er verstand nicht: *dicker*, *niedrigstes* und *meisten*.

### **Bereich: Raumlagebegriffe**

Andreas zeigt deutliche Schwierigkeiten bei der Rezeption und Produktion von Präpositionen und Raumlagebegriffe. Meist umgeht er diese Wortkategorie, indem er auf die Passepartoutwörter *hier* und *da* und *dahin* ausweicht oder die gesuchte Person gestisch zeigt.

Bei der Aufgabe zu den Raumlagebegriffen aus der SBL machte er, ohne verstanden zu haben, Kreuze auf alle Tiere<sup>21</sup>. Andere Kontexte haben gezeigt, dass Andreas die Präpositionen und Lokaladverbien *zu*, *auf*, *hoch*, *oben*, *neben*, *unten*, *in* und *bei* durchaus äußern und verstehen kann. Je-

<sup>19</sup> siehe Protokollbogen der SBL 1 im Anhang

<sup>20</sup> siehe Protokollbogen des OTZ im Anhang

<sup>21</sup> siehe Protokollbogen der SBL 1 im Anhang

doch fluktuieren hierbei seine Fähigkeiten. Andreas' Schwierigkeiten bestehen in der zielgenauen Einsetzung von Präpositionen bzw. lokalen Adverbien. Er versteht nicht: *zwischen, unter, neben, hinter, vor* und *am*. Folgend einige Beispiele für Ersetzungen und Auslassungen, welche Andreas bezogen auf Raumlagebegriffe vornimmt:

| kindliche Äußerung   | Zielstruktur                   |
|----------------------|--------------------------------|
| im Baum              | <b>am</b> Baum                 |
| in der Mauer         | <b>an (neben)</b> der Mauer    |
| in Flughafen         | <b>auf</b> dem Flughafen       |
| in die Steine        | <b>auf</b> den Steinen         |
| neben den Gras       | <b>auf</b> dem Gras            |
| neben den Wasser     | <b>auf</b> dem Schwimmreifen   |
| Selim gucken mir ab. | Selim guckt <b>von</b> mir ab. |

### **Bereich: Grammatik**

Andreas' Spontansprache weist teilweise Subjektauslassungen und Verbendstellung im Hauptsatz auf. Zum Teil sind seine Sätze aber auch grammatisch korrekt. Ziel einer grammatischen Förderung wäre, dass er Subjekte konsequent realisiert und daraufhin auch die Verben richtig angleicht. Damit würde sich auch die Verbzweitstellung im Hauptsatz stabilisieren. Ein weiterer Förderbereich wäre der Erwerb des Dativs. Noch generalisiert er alle Akkusative auf Dativkontexte über.

### **Bereich: Zählkompetenzen, Zahlerfassung, Zahlaspekte**

Andreas' Zählfertigkeiten waren am Anfang des Zeitraums des Förderdiagnostik noch sehr eingeschränkt. So zählte er beim Versteckspielen in dieser Form: *eins, zwei, drei, fünf, sieben...* Nach *sieben* war nur noch ein Murmeln zu hören, welches aus zahlwortähnlichen Wörtern bestand. Eine andere Situation, in der ich Andreas zwei Wochen später beim Zählen beobachtete, war das Spielen von „Halli Galli“. Andreas zählte seine Karten: *eins, zwei, drei, sechs, acht* und daraufhin wieder ein unverständliches Murmeln und eventuell die Zahl *dreizehn*. Nach den drei Monaten der förderdiagnostischen Begleitung, in denen das Zählen von verschiedenen Objekten einen großen Raum einnahm, kann Andreas bis 20 zählen. Jedoch zählt er die Zahlen dreizehn bis neunzehn als *dreizig, vierzig, fünfzig, sechzig, siebzig, achtzig, neunzig*. Dies zeigt, dass Andreas noch keinen vollständi-

gen Einblick in das Zahlwortsystem hat. Ich halte es auch aufgrund seiner phonologischen Auffälligkeiten und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten für möglich, dass hinter diesem Phänomen eine auditive Wahrnehmungsschwäche steht. Das hieße, dass er die Zahlwortendungen rezeptiv nicht gut aufnehmen und verstehen kann. Für diese Hypothese spricht auch, dass er die Zahlwortendungen jeweils sehr leise und murmelnd ausspricht, als ob er sich nicht sicher ist, wie die Endung heißt.

Rückwärts zählen kann Andreas von der 10, von anderen Zahlen gelingt es ihm noch nicht. Auch das schrittweise Zählen ist ihm noch nicht möglich. So befindet er sich zwischen dem *breakable* und *unbreakable chain level* der Zählentwicklung nach Fuson.

Andreas' Fähigkeiten bei der Eins-zu-Eins-Zuordnung gestalten sich unterschiedlich. Auf enaktiver Ebene kann er Objekte sicher zählen, indem er auf die Elemente tippt, oder sie zur Seite legt. Auch bei Würfelspielen setzt er relativ sicher seine Spielfigur Feld für Feld weiter. Ab und zu verzählt er sich, vor allem bei 4 und 5. Wichtig ist außerdem anzumerken, dass er beim Vorsetzen der Spielfigur korrekt erst das nachfolgende Spielfeld zählt. Auf ikonischer Ebene zeigen sich teilweise Schwierigkeiten. Dies geben zum Beispiel seine Lösungen zu den Aufgaben zur Eins-zu-Eins-Zuordnung in der SBL<sup>22</sup> an.

In dem Bereich der Zahlerfassung haben sich Andreas' Fähigkeiten deutlich entwickelt. Mit verschiedenem strukturiertem und unstrukturiertem Material stand die Zahlerfassung auch immer wieder im Mittelpunkt der Förderdiagnostik. Anfangs hatte Andreas noch Schwierigkeiten, Würfelbilder sicher zu erfassen. Gerade bei der 4 und 5 musste er immer wieder nachzählen. Mittlerweile gelingt ihm diese Form der Zahlerfassung ohne Probleme. Bei unstrukturiertem Material konnte Andreas simultan Anzahlen bis 6 gut erfassen. Bei 4 und 5 war er zum Teil etwas unsicher. Bei strukturiertem Material (sowohl enaktiv als auch ikonisch) konnte er Anzahlen bis 4 schnell erfassen. Ab einer Anzahl von 5 wurde er unsicherer. Dabei konnte er Anzahlen in Blockanordnung etwas besser erfassen als in linearer Anordnung. Andreas' Strategie beim *Subitizing* ist ein gedankliches Festhalten der Eier in der Eierpackung bzw. des Punktbildes und ein anschließendes Zählen in Gedanken. Dass er Strukturen bei der Zahlerfassung noch nicht konsequent

---

<sup>22</sup> siehe Protokollbogen der SBL 1 im Anhang

nutzt, zeigt das folgende Beispiel: Ich zeigte Andreas ein Bild mit einem Kasten Schaumküsse, in welchem drei Reihen zu je drei Schaumküssen waren. Andreas zählte die Schaumküsse zunächst so, ohne die Struktur im Kasten zu nutzen. Dabei kam er auf die Zahl 11. Daraufhin zeigt ich ihm, wie ich, Reihe für Reihe, die Schaumküsse zählen würde. Dies imitierte er und zählte schließlich korrekt 9.

Mentales Operieren ist Andreas noch nicht möglich. Dazu folgendes Beispiel: Andreas zählt in der Eierpackung 10 Eier. Ich nehme ein Ei heraus, klappe die Packung zu und frage ihn, wieviele Eier jetzt noch in der Packung sind. Andreas antwortet: „sechs“.

Andreas kann Mengen bezogen auf die Attribute *mehr* oder *weniger* recht gut vergleichen. Es fiel ihm manchmal schwer, die Gleichheit von Mengen festzustellen. Die Attribute *größer* und *kleiner* kann er noch nicht auf Mengen anwenden. Auf die Frage, welche Menge größer ist, zeigte er auf die Menge an Muggelsteinen, die ich in größerer Ausdehnung hergerichtet hatte. Bei der Beschreibung von Objekten kann Andreas *größer*, *kleiner* und *gleich groß* feststellen.

Andreas kennt die Ziffern 1 bis 8. An Zahlaspekten hat er den Kardinalzahlaspekt, den Codierungszahlaspekt und den Messzahlaspekt verinnerlicht. Dies wurde durch das Spielen am Telefon und durch das Betrachten der Seiten in dem Lehrbilderbuch von Peter-Koop und Grübing (2007) deutlich. Unsicher ist, ob er schon über den Ordnungszahlaspekt verfügt. Die Anweisungen in der SBL zu den Ordnungszahlen<sup>23</sup> konnte er nicht erfüllen, was aber möglicherweise an seinem eingeschränkten Sprachverständnis liegt. Die erste und zweite Reihe in der Abbildung konnte er mir allerdings zeigen. Im OTZ war es ihm nicht möglich die *achtzehnte Blume* als Ordnungszahl zu zeigen<sup>24</sup>.

### **10.3. Förderpläne**

Ausgehend von den dargestellten Ergebnissen der Förderdiagnostik sollen nun in tabellarischer Form die Förderpläne für Selim und Andreas vorgestellt werden. Auch wenn die Diagnostik zum Beispiel auch Aufschluss über die grammatischen Schwierigkeiten von Selim gegeben hat, sollen hier bewusst

---

<sup>23</sup> siehe Protokollbogen der SBL 1 im Anhang

<sup>24</sup> siehe Protokollbogen des OTZ im Anhang

nur die Förderbereiche aufgeführt werden, welche für den Zahlbegriffserwerb und schließlich für die Rechenfähigkeiten wichtig sind.

Die Förderziele und -vorschläge werden sowohl für eine Einzelförderung als auch für die Förderung innerhalb des Klassenverbands gemacht. Wird in einer Einzelsituation mit den Kindern gearbeitet, eignet sich die Arbeit innerhalb eines bestimmten Formats sehr gut, welches dem Kind einen äußeren Rahmen als Strukturhilfe bietet.

## **Selim**

Selims hauptsächliche Förderschwerpunkte bilden der Begriffsaufbau und die Begriffsvernetzung sowie das sichere Verwenden von Raumlagebegriffen. Ziel ist es, dass Selims semantische Fähigkeiten erweitert werden, damit sich sein Sprachverstehen verbessert. Sein stark beeinträchtigtes Sprachverständnis prägt sich möglicherweise erschwerend auf den mathematischen Bedeutungserwerb aus, wenngleich seine Zählkompetenzen und auch das operative Verständnis recht gut entwickelt scheinen. Selims semantische Schwierigkeiten stellen einen möglichen Risikofaktor für die Ausbildung von Rechenschwierigkeiten dar. Das muss jedoch kein zwingender Zusammenhang sein. In jedem Fall sollten aber Selims semantische Fähigkeiten gestärkt werden, was sich positiv auf Lernprozesse in mehreren Bereichen ausprägen wird.

Unklar ist, warum Selim Schwierigkeiten bei der strukturierten Anzahlerfassung und auch beim Erkennen von Größenunterschieden hat. Hier sollten seine visuell-räumlichen Verarbeitungsfähigkeiten genauer untersucht werden.

Um Selims Sprachverständnis zu fördern, sollten ihm möglichst viele auch nonverbale Informationsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Tabellarisch sind folgend die einzelnen Förderbereiche, Förderziele und mögliche Umsetzungen dargestellt.

| Förderbereich                 | Förderziele und Fördervorschläge   |
|-------------------------------|--|
| Begriffsaufbau und Vernetzung | <p><b>Selim erweitert seinen Wortschatz.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ In einer Einzelförderung: Erarbeitung eines bestimmten Wortfeldes im Interessengebietes des Kindes (zum Beispiel Tiere oder Flughafen). Formate können Regelspiele (zum Beispiel ein Würfelspiel oder Quartett), Zirkus oder Theater sein.</li> </ul> <p><b>Selim kann Begriffe beschreiben und Bezüge herstellen.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ In einer Einzelförderung: In dem ausgewählten Wortfeld werden verschiedene semantische Merkmale herausgearbeitet. Zum Beispiel: Es gibt Haustiere und wilde Tiere. Manche Tiere haben Fell manche nicht. Es gibt große und kleine Tiere. Dabei kann nach unterschiedlichen Kategorien sortiert werden. In dem Kontext lassen sich alle möglichen Kim- und Ratespiele anwenden.</li> </ul> <p><b>Selim fragt nach, wenn er etwas nicht benennen kann oder einen Begriff nicht versteht.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eine Kultur des Nachfragens in der Klasse schaffen</li> <li>➤ Stetiges Sichern des Sprachverständnisses, zum Beispiel durch Wiedergeben in eigenen Worten</li> </ul> |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Raumlagebegriffe                  | <p><b>Selim erweitert sein Repertoire an Präpositionen und anderen Raumlagebegriffen.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einführung von bestimmten Raumlagebegriffen anhand von Suchbildern oder Versteckspielen</li> <li>➤ Versteckspiele im Klassenverband: Jeder muss sich möglichst viele Verstecke merken und anschließend wiedergeben: Andreas hat sich unter der Bank versteckt. Selim hat sich hinter der Tür versteckt.</li> </ul> <p><b>Selim kann Raumlagebegriffe auf den Zahlenraum anwenden</b> (Verbindung zum Bereich „Zählkompetenzen“)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Auf einem Zahlenfeld Vorgänger und Nachfolger bestimmen: Die <i>vier</i> kommt <i>vor</i> der <i>fünf</i>. Nach der <i>fünf</i> kommt die <i>sechs</i>.</li> </ul> |
| Zählkompetenzen und Zahlerfassung | <p><b>Selim kann von jeder beliebigen Zahl aus schrittweise weiter zählen, rückwärts zählen und Vorgänger und Nachfolger bestimmen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Darbietung verschiedener Zählansätze am Schulalltag, zum Beispiel auch Zählspiele im Sportunterricht</li> <li>➤ Darbietung der Zahlreihe in Ziffernform (zum Beispiel auf einem Poster): Selim bestimmen lassen, welche Zahl vor bzw. nach einer Zahl kommt</li> <li>➤ Abwechselnd zählen: <i>ein zwei</i> (den anderen antippen) <i>drei vier</i> (den nächsten antippen) <i>fünf sechs</i> usw.</li> </ul>  |



|  |  |
|--|--|
|  | <p><b>Selims Zahlbegriffsverständnis erweitert sich um den Ordinalzahlaspekt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Darbietung verschiedener Zählanelasse im Schulalltag</li> <li>➤ Darbietung von Ordnungszahlen im Schulalltag</li> </ul> <p><b>Selim kann strukturierte Anzahlen schnell erfassen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Anzahlerfassung in Rechenschiffchen oder Eierkartons (enaktiv)</li> <li>➤ Anzahlerfassung auf Zehnertafeln (ikonisch)</li> </ul> |
|--|--|

## Andreas

Andreas' Schwierigkeiten beim Zählen bzw. beim Wiedergeben der Zahlwortreihe sind in jedem Fall sprachlich begründet. Hier ist es wichtig, dass sich eine spezifische Förderung im Bereich der Zählkompetenzen anschließt, damit sich die Schwierigkeiten nicht weiter erschwerend auf den Zahlbegriffserwerb ausprägen.

Außerdem sind unbedingt seine semantischen Fähigkeiten in Bezug auf Begriffsaufbau, Begriffsvernetzung und Sprachverstehen zu fördern. Andernfalls können sich seine Sprachverständnisschwierigkeiten erschwerend auf mathematische Konzepte und Zusammenhänge auswirken. Der Bereich der Raumlagebegriffe stellt ebenfalls einen wichtigen Förderbereich dar, da die Orientierung im Zahlenraum dadurch positiv beeinflusst werden kann.

Es ist für Andreas hilfreich, so viel wie möglich auf enaktiver Ebene zu arbeiten, da er dort mehr versteht und mehr Informationen aufnehmen kann als auf ikonischer Ebene. Dies zeigen die Ergebnisse aus der Förderdiagnostik: In den Aufgaben der SBL 1 und des OTZ, die auf ikonischer Ebene erfolgten, war Andreas viel unsicherer als in konkreten Handlungssituationen, in denen ihm genügend zusätzliche nonverbale Informationsmöglichkeiten zur Verfügung standen. Wird auf ikonischer oder gar symbolischer Ebene gearbeitet, müssen Andreas genügend verbale und nonverbale Informationsmöglichkeiten gegeben werden.

Der Bereich der auditiven Wahrnehmung sollte noch einmal überprüft werden und nichtsdestotrotz darauf geachtet werden, dass Andreas für sein auditives Verstehen günstige Kontexte vorfindet, damit er so viele Informationen wie möglich und so präzise wie möglich aufnehmen kann.

In tabellarischer Form sind folgend die einzelnen Förderbereiche, die Förderziele und Möglichkeiten der Umsetzung dargestellt.

|  |  |
|--|--|
| <p>Begriffsaufbau<br/>und Vernetzung</p> | <p><b>Andreas erweitert seinen Wortschatz.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ In einer Einzelförderung: Erarbeitung eines bestimmten Wortfeldes im Interessengebietes des Kindes (zum Beispiel Tiere oder Autos). Formate können Regelspiele (zum Beispiel ein Würfelspiel oder Quartett), eine aufgebau- te Rennbahn, Zirkus oder Theater sein.</li> </ul> <p><b>Andreas kann Begriffe beschreiben und Bezüge herstellen.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ In einer Einzelförderung: In dem ausgewähl- ten Wortfeld werden verschiedene semanti- sche Merkmale herausgearbeitet. Zum Bei- spiel: Es gibt Autos mit kleinem Kofferraum und es gibt Transporter. Manche Autos kön- nen sehr schnell fahren, manche fahren nur langsam. Es kann nach unterschiedlichen Ka- tegorien sortiert werden. In dem Kontext las- sen sich alle möglichen Kim- und Ratespiele anwenden.</li> </ul> <p><b>Andreas fragt nach, wenn er etwas nicht benen- nen kann oder einen Begriff nicht versteht.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eine Kultur des Nachfragens in der Klasse schaffen, stetiges Sichern des Sprachver- ständnisses, zum Beispiel durch Wiedergeben in eigenen Worten</li> </ul> |
|--|--|

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <p>auditive<br/>Wahrnehmung</p> | <p><b>Andreas kann kleine lautliche Unterschiede erkennen.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Arbeit mit Minimalpaaren: <i>dr – gr</i><br/><i>d – g</i> und <i>t – k</i> zum Beispiel im Format Quartett:<br/>„Ich will die Tanne haben.“ „Die Tanne habe ich nicht, nur die Kanne.“</li> <li>➤ Unterscheiden von Zahlen: <i>siebzehn – siebzig</i>, bei gleichen Zahlen auf eine Klingel schlagen (Verbindung zum Bereich „Zählkompetenzen“)</li> </ul> <p><b>Andreas kann Geräusche voneinander unterscheiden.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Paukenschläge (oder auch eine Orffsche Instrumente einsetzen) zählen (Verbindung zum Bereich „Zählkompetenz“)</li> <li>➤ Geräuschmemory</li> </ul> |
| <p>Raumlagebegriffe</p>         | <p><b>Andreas erweitert sein Repertoire an Präpositionen und anderen Raumlagebegriffen.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einführung von bestimmten Raumlagebegriffen anhand von Suchbildern oder Versteckspielen</li> <li>➤ Versteckspiele im Klassenverband: Jeder muss sich möglichst viele Verstecke merken und anschließend wiedergeben: Andreas hat sich unter der Bank versteckt. Selim hat sich hinter der Tür versteckt.</li> </ul>  |

Zählkompetenzen  
und Zahlerfassung

**Andreas kennt die Zahlwörter bis 20 und gibt bei den Zahlwörtern dreizehn bis neunzehn die Endung – zehn an.**

- Darbietung verschiedener Zählanelle im Schulalltag
- Zählverse und Lieder
- Legen und zählen von Anzahlen zwischen 10 und 20

**Andreas kann von jeder beliebigen Zahl aus schrittweise weiter zählen und rückwärts zählen.**

- Darbietung verschiedener Zählanelle im Schulalltag, zum Beispiel auch Zählspiele im Sportunterricht
- Abwechselnd zählen: *ein zwei* (den anderen antippen) *drei vier* (den nächsten antippen) *fünf sechs* usw.

**Andreas' Zahlbegriffsverständnis erweitert sich um den Ordinalzahlaspekt:**

- Darbietung verschiedener Zählanelle im Schulalltag
- Darbietung von Ordnungszahlen im Schulalltag

**Selim kann strukturierte Anzahlen schnell erfassen:**

- Anzahlerfassung in Rechenschiffchen oder Eierkartons (enaktiv)

### **Andreas kann kleine verdeckte Operationen durchführen**

- Sichtbar werden 10 gleiche Gegenstände unter ein Tuch getan. Ebenso sichtbar wird ein Gegenstand herausgenommen. Wieviele sind noch unter dem Tuch?
- Darstellen von Operationen im Schulalltag. Zum Beispiel: Die Lehrerin möchte jedem Schüler ein Arbeitsblatt austeilen. Sie hat jedoch zwei zu wenig. Sie fragt die Schüler, wie viele Blätter sie noch kopieren soll.

## **11. Fazit und Ausblick**

Diese Arbeit hat gezeigt, dass Sprache und Mathematik zwei Bereiche sind, die erstens eng miteinander verbunden sind und zweitens auch im Unterrichtsalltag miteinander verknüpft dargestellt werden sollten. Zum einen wird die unterstützende Funktion von Sprache im mathematischen Lernprozess oft unterschätzt, zum anderen stellt die Sprachentwicklung einen ernst zu nehmenden Faktor im Bedingungsgefüge von Rechenschwierigkeiten dar. Ist die Sprache eines Kindes, insbesondere die semantische Ebene, nicht hinreichend gut entwickelt, sind negative Auswirkungen bezogen auf mathematisches Begriffs- und Zahlenverständnis, Gedächtnis und Strategieanwendung zu erwarten. Gleichzeitig darf dieses Bedingungsgeflecht aber nicht als strenge „Wenn, dann - Beziehung“ verstanden werden. Nicht jedes Kind, das Störungen im sprachlichen Bedeutungserwerb zeigt, wird Rechenschwierigkeiten ausbilden. Hierbei spielen noch viele andere Faktoren im Ursachengefüge von Rechenschwierigkeiten eine Rolle. Dennoch sind Sprachentwicklungsstörungen ein ernst zu nehmender Risikofaktor bezogen auf den Zahlbegriffserwerb und die Entwicklung von Rechenfähigkeiten. Die Falldarstellungen haben gezeigt, dass semantische Einschränkungen den Zahlbegriffserwerb erschweren können. Insbesondere im Fall von Andreas wurde deutlich, dass gerade der Erwerb von Zählkompetenzen durch sprachliche Schwierigkeiten eingeschränkt werden kann.

Man kann die Verknüpfung von Sprachkompetenz und zahlbezogenen Fähigkeiten auch positiv formulieren: Die semantischen Fähigkeiten eines Kindes unterstützen seinen mathematischen Lernprozess. Die Sprachkompetenz eines Kindes ist daher eindeutig zu stärken, damit es einen umfassenden Zahlbegriff ausbildet. Klep schreibt dazu: „Je detaillierter das Weltbild und je reicher die Sprache ist, umso bessere Möglichkeiten hat das Kind, sich mathematisch auszudrücken und Gedankenabläufe von anderen Kindern und Erwachsenen zu verstehen, zu beurteilen und zu kritisieren.“ (Klep, 2006, S.214) Der begriffsbildenden, begriffsvernetzenden und lernerschließenden Funktion von Sprache im Mathematikunterricht muss demnach mehr Bedeutung beigemessen werden. Das bedeutet, dass sowohl mögliche Schwierigkeiten beachtet werden müssen, die das Verstehen von Sprache betreffen als auch, dass der Mathematikunterricht durch Sprache und Sprachauseinandersetzung angereichert wird. Dann kann die Sprache ihre unterstützende Funktion im mathematischen Lernprozess entfalten.

„Die Bedeutung der deutschen Sprachfähigkeit für den (frühen) Zahlbegriffserwerb bleibt bisher [...] weitgehend unerforscht und auch in der mathematischen Diagnostik nahezu unberücksichtigt.“ (Schmitman, 2007, S.103) Schmitman greift hier auf, dass gerade auch für die Diagnostik die Zusammenhänge zwischen Sprachentwicklungsstörungen und Rechenschwierigkeiten von Bedeutung sind. Diesen Zusammenhängen sollte intensivere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dazu braucht es sowohl in der Forschung als auch im Förderalltag eine vertiefte Auseinandersetzung über die Beziehung zwischen dem Zahlbegriffserwerb und dem Spracherwerb. Fallstudien geben dabei zum Beispiel differenzierte Einsichten in die spezifischen Schwierigkeiten von Kindern mit Störungen im Spracherwerb bei der Auseinandersetzung mit Zahlen.

Tests wie der OTZ oder die SBL 1 decken Teile des Bereichs sprachlicher Bedeutungen bezogen auf den Zahlbegriffserwerb ab, zum Beispiel die Fähigkeit, semantische Kategorien zu bilden oder das Verständnis von Raumlage- und Relationsbegriffen. In jedem Fall sollte in der Diagnostik diesem möglichen Zusammenhang mehr Bedeutung beigemessen werden. Gerade informelle Verfahren könnten darüber Aufschluss geben, weil sie die kindlichen Fähigkeiten in verschiedenen Situationen untersuchen, die unterschiedlich sprachlich angereichert sind. Zudem ermöglichen sie direkte Ableitungen für die Förderung.



## Literaturverzeichnis

**Barth, K. (2003):** Lernschwächen früh erkennen im Vorschul- und Grundschulalter. Ernst Reinhardt Verlag. München, Basel

**Beyerlein, F. (1998):** Rechenschwäche- ein Modethema? Teil 1: Erklärungsmodelle, Entstehungsbedingungen und Erscheinungsformen von Rechenstörungen. In Förderschulmagazin 1/1998. S. 5-12

**Dehaene, S. (1999):** Der Zahlensinn oder warum wir rechnen können. Birkhäuser. Basel, Boston, Berlin

**Dijkstra, T. und Kempen, G. (1993):** Einführung in die Psycholinguistik. Hans Huber. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle

**Donczik, J. (2001):** Rechenschwäche – Beziehungen zu Sprachstörungen. In: Die Sprachheilarbeit 46 (5). S. 203-210

**Füssenich, I. (2002):** Semantik. In: Baumgartner, S. und Füssenich, I. (Hrsg.): Sprachtherapie mit Kindern. Ernst Reinhardt Verlag. München, Basel. S. 63-104

**Füssenich, I. und Geisel, C. (2008):** Literacy im Kindergarten. Vom Sprechen zur Schrift. Ernst Reinhardt Verlag. München, Basel

**Gerster, H. D. und Schultz, R. (2000):** Schwierigkeiten beim Erwerb mathematischer Konzepte im Anfangsunterricht: Bericht zum Forschungsprojekt „Rechenschwäche – Erkennen, Beheben, Vorbeugen“. Pädagogische Hochschule Freiburg. Überarbeitet und erweitert im Mai 2000, Auflage Mai 2004. [www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1397](http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1397) (26.09.2008)

**Herrmann, C. und Fiebach, C. (2004):** Gehirn & Sprache. Fischer. Frankfurt am Main

**Kaufmann, S. (2003):** Früherkennung von Rechenstörungen in der Eingangsklasse der Grundschule und darauf abgestimmte remediale Maßnahmen. Peter Lang Verlag. Frankfurt am Main

**Kaufmann, L., Handl, P. und Delazer, M. (2005):** Wie Kinder rechnen lernen und was ihnen dabei hilft. Eine kognitiv-neuropsychologische Perspektive. In: Von Aster, M. und Lorenz, J.H. (Hrsg.): Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik. Vandernhoeck & Ruprecht. Göttingen. S. 178-201

**Kauschke, C. (1999):** Früher Wortschatzerwerb im Deutschen: Eine empirische Studie zum Entwicklungsverlauf und zur Komposition des kindlichen Lexikon. In: Meibauer, J. und Rothweiler, M. (Hrsg.): Das Lexikon im Spracherwerb. UTB. Tübingen. S. 128-156

**Kauschke, C. und Rothweiler, M. (2007):** Lexikalisch-semantische Entwicklungsstörungen. In: Schöler, H. und Welling, A. (Hrsg.): Sonderpädagogik der Sprache. Band 1. Hogrefe. Göttingen. S. 239-247



- Kauschke, C. und Siegmüller, J. (2002):** Patholinguistische Diagnostik bei Sprachentwicklungsstörungen. Urban & Fischer. München, Jena
- Kautter, H., Storz, L., Munz, W. und Ingenkamp, K. (Hrsg.) (2000):** SBL I. Schultestbatterie zur Erfassung des Lernstandes in Mathematik, Lesen und Schreiben I. Beltz. Göttingen
- Klann-Delius, G. (1999):** Spracherwerb. Metzler. Stuttgart, Weimar
- Klep, J. (2006):** Persönliche Entwicklung und mathematische Aktivität: Förderung mathematischer Kompetenzen beim Übergang vom Kindergarten zur Grundschule in den Niederlanden. In: Grüßing, M. und Peter-Koop, A.: Die Entwicklung mathematischen Denkens in Kindergarten und Grundschule: Beobachten – Fördern – Dokumentieren. Mildenberger Verlag. Offenburg. S.200-216
- Kucian, K. und von Aster, M. (2005):** Dem Gehirn beim Rechnen zuschauen. Ergebnisse der funktionellen Bildgebung. In: Von Aster, M. und Lorenz, J. H. (Hrsg.): Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik. Vandernhoeck & Ruprecht. Göttingen. S. 54-72
- Krajewski, K. (2005):** Früherkennung und Frühförderung von Risikokindern. In: Von Aster, M. und Lorenz, J.H. (Hrsg.): Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik. Vandernhoeck & Ruprecht. Göttingen. S. 150-164
- Lengyel, D. (2002):** Kindliche Zweisprachigkeit und Sprachbehindertenpädagogik. Eine empirische Untersuchung des Aufgabenfeldes innerhalb der sprachheiltherapeutischen Praxis. LAGA. Düsseldorf
- Maier, H. (2006):** Mathematikunterricht und Sprache. Kann Sprache mathematisches Lernen fördern? In: Grundschule 4/2006, S.15-17
- Meibauer, J. und Rothweiler, M. (1999):** Das Lexikon im Spracherwerb – Ein Überblick. In: Meibauer, J. und Rothweiler, M. (Hrsg.): Das Lexikon im Spracherwerb. UTB. Tübingen. S. 9-31
- Moser Opitz, E. (2001):** Zählen, Zahlbegriff, Rechnen. Theoretische Grundlagen und eine empirische Untersuchung zum mathematischen Erstunterricht in Sonderklassen. Paul Haupt Verlag. Bern, Stuttgart, Wien
- Moser Opitz, E. (2007):** Erstrechnen. In: Heimlich, U. und Wember, F.B. (Hrsg.): Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen. Kolhammer. Stuttgart. S.253-279
- Niederdrenk-Felgner, C. (2000):** Algebra oder Abrakadabra? Das Thema „Mathematik und Sprache“ aus didaktischer Sicht. In: Mathematik lehren. Heft 99, S.4-9
- Nolte, M. (2000):** Rechtschwächen und gestörte Sprachrezeption. Beeinträchtigte Lernprozesse im Mathematikunterricht und in der Einzelbeobachtung. Klinkhardt. Bad Heilbrunn

**Peter-Koop, A. und Grüßing, M. (2007):** Mit Kindern Mathematik erleben. Erhard Friedrich Verlag. Seelze

**Schäfer, J. (2005):** Rechenschwäche in der Eingangsstufe der Hauptschule. Lernstand, Einstellungen und Wahrnehmungsleistungen – eine empirische Studie. Dissertation Pädagogische Hochschule Freiburg

**Schipper, W. (2002):** Thesen und Empfehlungen zum schulischen und außerschulischen Umgang mit Rechenstörungen. In: Journal für Mathematik-Didaktik 23 Heft 3/4. S.243-261

**Schmitman gen. Pothmann, A. (2007):** Mathematik und sprachliche Kompetenz. Vorschulische Diagnostikmöglichkeiten bei Kindern mit und ohne Migrationshintergrund. BIS-Verlag der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Oldenburg

**Sörensen, H. und Lee, B. (2007):** Die große Ritterburg. Carlsen. Hamburg

**Textor, M.R. (1999):** Lew Wygotsky – entdeckt für die Kindergartenpädagogik. In: klein & groß Heft 11/12. S. 36-40.

**Van Luit, J.E.H., van de Rijt, B.A.M. und Hasemann, K. (2001):** Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung. Hogrefe. Göttingen

**Von Aster, M. (2005):** Wie kommen Zahlen in den Kopf? Ein Modell der normalen und abweichenden Entwicklung zahlenverarbeitender Hirnfunktionen. In: Von Aster, M. und Lorenz, J.H. (Hrsg.): Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik. Vandernhoeck & Ruprecht. Göttingen. S.13-33

**Wendt, P. (1997):** Spracherwerb und Rechenstörungen – Aspekte sprachlicher Determinanz von Rechenstörungen in der Grundschule. In: Sache, Wort, Zahl 25 (12). S.47-51

**Wygotski, L. (1971):** Denken und Sprechen. S. Fischer. Frankfurt am Main



## Anhang

- Protokolle der Förderdiagnostik
- Dimensionsbildkarten
- Zehnertafeln
- Protokollbögen des „Rategarten“ von Füssenich und Geisel (2008)
- Protokollbögen der „Schultestbatterie zu Erfassung des Lernstandes in Mathematik, Lesen und Schreiben I“ von Kautter et al. (2000), Mathematik
- Protokollbögen des „Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung“ von van Luit (2001)